Aus der Neurochirurgischen Abteilung der Chirurgischen Klinik
der Universität Tübingen
Vorsteher: Professor Dr. med. Wilhelm Driesen

Über die Stellung der Stammganglienarterien im ap-Bild des Carotisangiogramms

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

dem Fachbereich Klinische Medizin
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Ernst Schurig
aus Bevensen

1970

Aus der Neurochirurgischen Abteilung der Chirurgischen Klinik
der Universität Tübingen
Vorsteher: Professor Dr. med. Wilhelm Driesen

Über die Stellung der Stammganglienarterien im ap-Bild des Carotisangiogramms

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

dem Fachbereich Klinische Medizin
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Ernst Schurig
aus Bevensen

1970

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Dekan: Professor Dr. med. J. Hirschmann

1. Berichterstatter: Professor Dr. med. W. Driesen

2. Berichterstatter: Professor Dr. Dr. K. Mayer

FOTODRUCK PRÄZIS Barbara v. Spangenberg KG · Tübingen

Meinen Eltern in Dankbarkeit und Liebe

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547612_0105

Inhalt

Seite

I Einleitung 1

II Grundlagen und Ergebnisse der anatomischen Erforschung der Stammganglienarterien unter Berücksichtigung des Carotis-interna-Strömungsgebietes 2

1) Methoden der anatomischen Erforschung der Hirngefäße 2

2) Allgemeines über die arterielle Gefäßversorgung des Großhirns 4

3) Topographie und Entwicklungsgeschichte 6

a) Arteria carotis interna 6

b) Arteria cerebri anterior und ihre zentralen Äste 6

ba) Entwicklungsgeschichte 8

bb) Stammganglienäste der Arteria cerebri anterior 10

c) Versorgung der Stammganglien aus der Arteria chorioidea anterior 13

d) Arteria cerebri media 14

da) Pars sphenoidalis 15

db) Pars insularis 19

III Grundlagen und Ergebnisse der angiographischen Erforschung der Stammganglienarterien unter Berücksichtigung des arteriographischen Bildes der Carotis-interna-Aufzweigungen 20

1) Carotisangiographie 20

a) Definition und Geschichte 20

b) Technik 21

ba) Punktionsmethode 21

bb) Röntgentechnik 22

bc) Kontrastmittel 23

Seite

2) Angiographisches Bild der Arterien im Carotis-interna-Bereich; Vergleich mit anatomischen Befunden 24

a) Arteria carotis interna 24

b) Arteria cerebri anterior 25

c) Arteria cerebri media 26

d) Stammganglienarterien aus der Arteria cerebri anterior und Arteria cerebri media 26

3) Klinisch-diagnostische Bedeutung der Stammganglienarterien 30

a) Meßmethoden zur Erfassung von Lageabweichungen der Stammganglienarterien 30

b) Veränderungen des angiographischen Bildes der Stammganglienarterien durch krankhafte Prozesse im Schädelinnern 31

ba) Raumfordernde Prozesse 31

bb) Erweiterung der Seitenventrikel 33

bc) Gefäßerkrankungen 34

IV Fragestellung 35

V Untersuchungsmaterial 36

VI Methodik 36

VII Untersuchungsergebnisse 39

1) Beurteilbarkeit der Stammganglienarterien 39

2) Angiographisches Bild der Stammganglienarterien 40

3) Schwierigkeiten bei der Beurteilung des angiographischen Bildes und deren Einfluß auf die Genauigkeit der vorgenommenen Messungen 42

4) Auswertung der Untersuchungen an den Stammganglienarterien im Zusammenhang mit der Beurteilung der großen Hirnarterien im ap-Bild 43

Seite

a) Zahlenmäßige Erfassung verschiedener im ap-Bild gefundener Abweichungen vom normalen Carotisangiogramm 44

b) Über das Ausmaß der Lageveränderungen im Bereich der Stammganglienarterien bei bestimmten intrazerebralen Krankheitsprozessen 46

5) Häufigkeitsverteilung der gemessenen Abstände 51

6) Fehlerrechnung 52

VIII Zusammenfassung und Diskussion 56

Literaturverzeichnis 60

Tabellarischer Anhang 63

I Einleitung

Wegen ihrer engen topographischen Beziehungen zu den Gebieten häufiger apoplektischer Insulte sind die arteriellen Zuflüsse zu den Stammganglien des menschlichen Großhirns schon frühzeitig anatomisch untersucht worden. Unter den ersten Autoren, die diese Gefäße beschrieben haben, seien A. HEUBNER und H. DURET genannt.

In der Literatur über die anatomische Stellung der Stammganglienarterien wird eine große Anzahl von zentral in die Hirnsubstanz eintretenden Arterien beschrieben, die zum größten Teil aus der vorderen und mittleren Hirnarterie entstehen. Ihnen fehlt aber eine völlig eindeutige Zuordnung zu bestimmten Kerngebieten sowie eine einheitliche Nomenklatur.

Durch die Einführung der zerebralen Angiographie (E. MONIZ 1927) ist es gelungen, die Arterien des Gehirns beim Lebenden sichtbar zu machen.

Aufgrund der anwachsenden Forderungen der Neurologie nach einer genaueren röntgenologischen Lokalisation und Abgrenzung intrazerebraler Prozesse haben in den vergangenen Jahren neben den großen zerebralen Gefäßstämmen besonders die kleinen Gefäße im Angiogramm, z. B. die Arteriae chorioidea anterior und posterior, sowie die tiefen zerebralen Venen, Beachtung gefunden. Darüberhinaus hat die genaue angiographische Beurteilung der Stammganglienarterien bei Erkrankungen, wie z. B. dem Parkinsonismus, einen beträchtlichen Wert erhalten (15).

Dennoch finden sich, gemessen am Umfang der Literatur über die Anatomie dieser zentralen Arterien, im neuroradiologischen Schrifttum bisher erst wenige Mitteilungen über eine mögliche klinische Beurteilung dieser Gefäße (15; 31). ANDERSEN hat als erster dem angiographischen Bild der Arteriae lenticulostriatae, wie er sie nannte, im Hinblick auf ihren diagnostischen Wert Bedeutung beigemessen.

Einige der neueren Autoren (ANDERSEN, WESTBERG, SALAMON et al.) sehen den Grund für die bisher seltene Erwähnung dieser Arteriengruppe nicht in ihrer fehlenden klinischen Bedeutung, sondern vielmehr im Zusammenhang mit der technischen Entwicklung der zerebralen Angiographie.

Erst die Anwendung modernster Punktions- und Aufnahmeverfahren läßt die Stammganglienarterien zur konstanten Abbildung im Röntgenbild kommen und gestattet so ihre routinemäßige Beurteilung (31).

Die hier vorliegende Arbeit befaßt sich mit der Stellung der Stammganglienarterien im ap-Bild des Carotisangiogramms. Somit sind nur solche Stammganglienäste berücksichtigt, die ihren Ursprung von der vorderen und mittleren Hirnarterie nehmen.

Es werden zunächst die Grundlagen und Ergebnisse der anatomischen und angiographischen Erforschung der Stammganglienarterien im Carotis-interna-Strömungsbereich dargestellt und miteinander verglichen. Hierzu muß das Strömungsgebiet der Arteria carotis interna, soweit es für das Verständnis der Stammgangliengefäße von Bedeutung ist, in anatomischer und angiographischer Sicht mit umrissen werden.

In dem darauffolgenden Teil der Arbeit werden einzelne Darstellungen und Meßmethoden aus dem diagnostischen Bereich der zerebralen Angiographie für die Beurteilung der Stammganglienarterien an eigenem angiographischem Material untersucht.

II Grundlagen und Ergebnisse der anatomischen Erforschung der Stammganglienarterien unter Berücksichtigung des Carotis-interna-Strömungsgebietes

1) Methoden der anatomischen Erforschung der Hirngefäße

Zur Erforschung der intrazerebralen Aufzweigungen und Versorgungsgebiete der Hirnarterien sind bei einzelnen Autoren verschiedene Methoden angegeben worden, die im folgenden kurz umrissen werden sollen:

Als einfachste Methode ist die Sektion der Gefäße am unfixierten Hirnpräparat zu nennen. Hiermit kann der Verlauf der Gefäße vor allem an der Hirnbasis und -oberfläche studiert werden (JAIN).

HEUBNER schildert in seiner Monographie die Injektion von Farbstofflösungen zur Darstellung einzelner Arterienabschnitte. Zu diesem Zweck wird die betreffende Arterie ein Stück weit oberhalb der Kanülenöffnung unterbunden. So kann jeweils ein bestimmtes Versorgungsgebiet isoliert dargestellt werden. Die Injektionsmethode in dieser und abgewandelten Formen, bei denen Farbstoffe in das ganze Hirngefäßsystem injiziert werden, ist seither von vielen Autoren angewandt worden.

Bei WESTBERG und JAIN beruhen die Untersuchungen der Hirngefäße auf Korrosionspräparaten. Eine kaltpolymerisierende Kunststoffmasse mit einem beigefügten Farbstoff wird bei Leichen in situ in die inneren Carotiden injiziert. Erst nach dem Erhärten des injizierten Kunststoffes wird das Gehirn aus der Schädelkapsel entfernt. Durch das Aufbewahren des Gehirns in einem heißen Wasserband und daran anschließend in 20%iger Natriumhydroxydlösung werden die Hirnsubstanz und die Gefäßwände abgelöst. Der Vorzug von Korrosionspräparaten liegt darin, daß die Hirngefäße in ihrer ursprünglichen Lage und Richtung beurteilt werden können, insbesondere ihr sonst schwer zugänglicher intrazerebraler Verlauf.

WESTBERG verwendet darüberhinaus Plastikmassen mit einer röntgendichten Beimischung und fertigt Leichenangiographien der Hirngefäße an.

SALAMON et al. geben eine Technik an, bei der von einer Hirnschnittserie Röntgenaufnahmen angefertigt werden, nachdem vorher kontrastgebende Farbstoffe in die Hirngefäße injiziert wurden. Das Gehirn wird nach der Injektion als Ganzes in Formalin fixiert oder es werden Gefrierschnitte vom Gehirn in situ angefertigt, um in jedem Fall die Gefäße in ihrer ursprünglichen Lage zu erhalten. Die Schnitte werden nach dem Gesichtspunkt vorgenommen, daß die einzelnen Scheiben und die davon erstellten Röntgenaufnahmen leicht zum Vergleich übereinander projiziert werden können. So ist auch ein Vergleich mit den Arteriographien aus der Neuroradiologie möglich.

Diese Technik der "Radioanatomie" (SALAMON) ist von BRICOUT und GUIOT bereits zur Erfassung der Topographie der Stammganglienarterien unter stereotaktischen Bedingungen angewandt worden. Dazu werden Rönt-

genaufnahmen von Hirnschnittserien - nach Injektion der Gefäße mit Bariumsalzlösungen - mit beiderseitigen Photographien der Schnitte übereinander projiziert. Die Schnittserie erfolgt in vier Millimeter Abstand in der Sagittal- und Frontalebene. Damit können die Stammganglienstrukturen und ihre momentane arterielle Blutversorgung festgehalten werden.

2) Allgemeines über die arterielle Gefäßversorgung des Großhirns

Gegenüber der arteriellen Gefäßversorgung anderer Organe des Körpers weist das menschliche Gehirn einige Besonderheiten auf.

KAPLAN beschreibt ein auf alle Segmente des Gehirns anwendbares arterielles Gefäßschema, in dem aus zwei Hauptquellen, den rostralen oder Aa. carotici internae und den kaudalen oder Aa. vertebrales-basilares Gefäße entstehen, die perforierende Äste zu den tiefgelegenen Zellmassen abgeben und dann über die Oberfläche verlaufen, um die dorsalen oder suprasegmentalen Gebiete zu versorgen. Trotz der komplexen Entwicklung der einzelnen Hirnanteile bleibt dieses Schema der perforierenden und über die Oberfläche verlaufenden Arterien erhalten.

Nach LAZORTHES besteht die arterielle Blutzufuhr zum Gehirn aus drei übereinanderliegenden Stufen:

Es existiert nicht ein arterieller Hauptzufluß, sondern aus vier großen Versorgungsarterien (Aa. carotici internae und Aa. vertebrales) setzt sich an der Hirnbasis ein Circulus anastomoticus (Willis) zusammen. Diesem Anastomosenring entspringen die Gehirnarterien, aus denen zwei Arten von Kollateralen entstehen: periphere und zentrale. Auf jeder dieser drei genannten Stufen arterieller Blutzufuhr ist ein Ausgleich der Blutzirkulation zwischen den einzelnen Gefäßen möglich. Mit der Aufzweigung der großen Gehirnarterien in periphere und zentrale Kollateralen entstehen aber zwei völlig voneinander getrennte, nicht miteinander anastomosierende Zirkulationsgebiete im Gehirn:

Ein peripheres Zirkulationsgebiet, das der corticalen Versorgung durch die großen zerebralen Arterien entspricht. Hieraus gehen die Kollateralen

zur Versorgung der Hirnrinde und der weißen Substanz in die Tiefe ab.

Das zentrale Zirkulationsgebiet setzt sich zusammen aus den Arterien, die von dem basalen Anteil der großen Hirnarterien sowie aus den Aa. communicantes ant. und post. entspringen. Nach LAZORTHES wird es auch durch die Aa. chorioideae unterstützt. Diese zwei Gruppen von Arterien im zentralen Zirkulationsgebiet versorgen die Stammganglien. Zwischen peripherem und zentralem Zirkulationsgebiet existiert eine deutliche Trennungsebene, eine Grenzzone, in der gehäuft zerebrale Hämorrhagien auftreten (7). Darauf soll bei der Beschreibung der Stammganglienarterien genauer eingegangen werden.

HEUBNER unterscheidet einen Basalbezirk, zusammengesetzt aus dem Circulus arteriosus Willisi und den Hauptstämmen der Gehirnarterien bis zu ihrer Verzweigung, von einem Rindenbezirk, der mit der Auflösung der Hauptstämme in die einzelnen Zweige zweiter Ordnung beginnt.

Von wesentlichem Unterschied ist das Verhalten der aus beiden Bezirken in das Gehirn eintretenden Gefäße: Die Aufzweigungen der Gefäße des Rindenbezirks haben einen langen Verlauf mit immer weiterer Aufteilung, ehe sie von diesem Gefäßnetz in die Gehirnoberfläche eintreten. Innerhalb der Pia stehen die Verzweigungen aller drei großen Hirnarterien durch vielfache Anastomosen in Verbindung. Ein Arterienverschluß in diesem Bezirk kann ohne Auswirkung auf ihr Versorgungsgebiet sein (27). Das Versorgungsgebiet erstreckt sich auf die gesamte Hirnrinde nebst den zugehörigen Markmassen.

Im Basalbezirk verlassen die Arterien in Gestalt sehr kleiner und zahlreicher Gefäßchen im spitzen Winkel die Hauptstämme und treten bereits nach sehr kurzem Verlauf in die Hirnsubstanz ein. Diese Arterien versorgen die Stammganglien und die zugehörigen Teile des Mittelhirns. Es sind Endarterien ohne Anastomosen untereinander. Ein Verschluß einzelner Gefäße hat Ernährungsstörungen der durch sie versorgten Hirnteile zur Folge.

3) Topographie und Entwicklungsgeschichte

a) Arteria carotis interna

Die A. carotis int. läuft von der Teilungsstelle der A. carotis communis in Höhe des dritten bzw. vierten Halswirbels in der Verlängerung des Stammes ohne Abgabe von Ästen kranial zur Schädelbasis. Sie durchläuft den Canalis caroticus des Schläfenbeins und liegt danach im Sinus cavernosus. Im Bereich des Sulcus caroticus des Türkensattels beschreibt die Arterie die Figur eines liegenden S (Carotissiphon), biegt unter dem Processus clinoideus ant. nach oben und tritt durch die Dura mater zum Gehirn. Erst im Schädel verzweigt sie sich in folgende Äste:

A. ophthalmica (zur Augenhöhle)
A. communicans posterior (zur A. cerebri post.)
A. chorioidea anterior (zum Plexus chorioideus der Seitenventrikel)
Schließlich teilt sich die A. carotis int. in ihre beiden Endäste:
A. cerebri anterior
A. cerebri media (SOBOTTA-BECHER)

b) Arteria cerebri anterior und ihre zentralen Äste

Auf der Höhe des Processus clinoideus anterior geht die A. cerebri anterior aus der T-förmigen Gabelung der A. carotis int. als medialer Ast hervor. Sie wendet sich nach ihrem Ursprung medial- und rostralwärts und tritt zwischen Chiasma opticum und Trigonum olfactorium, der Stria olfactoria medialis folgend, fast rechtwinklig umbiegend, von basal her in die Fossa interhemispherica ein. Vor der Lamina terminalis werden die Arterien beider Seiten durch die Arteria communicans anterior miteinander verbunden. Hierauf hat die A. cerebri ant. einen vertikalen Verlauf in der Tiefe der Fissura longitudinalis cerebri (6).

Die nomenklatorische Einteilung der A. cerebri ant. ist uneinheitlich. LAZORTHES gliedert die Arterie in einen basalen Teil - vom Ursprung der Arterie zur Medianlinie, wo sie sich mit der Arterie der Gegenseite vereinigt - und einen zwischen den Hemisphären gelegenen Teil - hiervon gehen die Äste zur Hirnrinde ab. Im allgemeinen bezeichnet man den

vertikalen Teil des Gefäßes nach Abgabe der A. callosomarginalis als A. pericallosa. (6) Nach KRAYENBÜHL und YASARGIL wird die Einteilung der Arterie in die Pars praecommunicalis und die Pars postcommunicalis sowohl den anatomisch-topographischen als auch den röntgenologisch-diagnostischen Besonderheiten der beiden Hauptabschnitte gerecht.

In dieser Arbeit soll nur die zentrale Versorgung der vorderen Hirnarterie ausführlich dargestellt werden. (Zum weiteren peripheren Verlauf der A. cerebri ant. sowie ihrer corticalen Blutversorgung vgl. KRAYENBÜHL und YASARGIL.)

Aus der zentralen Versorgung der A. cerebri ant. erhält zunächst der Nervus opticus sein arterielles Blut: drei oder vier Arteriolen verlaufen zum oberen Rand des Chiasma opticum und zum intrakranialen Segment des Nervus opticus. Sie haben Anastomosen untereinander sowie mit den Arterien des N. opticus aus der A. ophthalmica. Weiterhin entspringen aus der A. cerebri ant. im basalen Teil die zentralen Kollateralen zu den Stammganglien. Sie entstehen aus den zwei ersten Zentimetern der A. cerebri ant. und sind weniger bekannt als die entsprechenden Äste der A. cerebri media. Meistens spricht man von drei bis vier kleinen Ästen, den perforierenden oder basalen Arterien (7).

DURET hebt die Bedeutung der perforierenden Äste aus der mittleren Hirnarterie für die Versorgung des Corpus striatum hervor. Er unterscheidet folgende Stammganglienäste aus der A. cerebri media:

Die Aa. lenticulostriatae-laterale Stammganglienäste - verlaufen zum Putamen und zum Nucleus caudatus. Von diesen lateral liegenden Arteriolen erreicht eine Gruppe von Kollateralen-Aa. lenticulooptici genannt - nach Durchqueren des Putamen und der Capsula interna den rostralen Teil des Thalamus.

Die Aa. lenticulares-mediale Stammganglienäste - verlaufen zum Globus pallidus. Die Arterien, die zur Versorgung des Nucleus caudatus aus der A. cerebri ant. entspringen, sind nach DURET's Untersuchungen nicht konstant und müssen von der medialen Arteriolengruppe der Aa. lenticulares gesondert betrachtet werden.

HEUBNER beschreibt eine konstant aufzufindende Arterie aus der A. cerebri ant., die nach rückwärts gerichtetem Verlauf den Kopf des Nucleus caudatus erreicht. Daneben entstehen aus der Vereinigungsstelle der vorderen und mittleren Hirnarterien sowie aus dem ersten Zentimeter der A. cerebri media zentrale Arterien, die für die Versorgung der Capsula interna und des Globus pallidus bestimmt sind.

AYER und AITKEN vergleichen die Ergebnisse von DURET und HEUBNER und bestätigen durch eigene Untersuchungen HEUBNERS Behauptungen. Dagegen widersprechen sie DURET's Annahme, der Thalamus werde durch Aa. lenticulooptici aus der A. cerebri media versorgt. (18).

SHELLSHEAR stellt in ähnlicher Weise übereinstimmend mit BEEVOR (zit. bei SHELLSHEAR) fest, daß der Thalamus nicht von den Aa. striatae laterales versorgt wird.

MOUCHET (zit. bei SALAMON et al.) teilt die Stammganglienäste in Aa. striatae anteriores (aus der A. cerebri ant.) und Aa. striatae posteriores (aus der A. cerebri media) ein.

ba) Entwicklungsgeschichte

Bevor eine der heute üblichen Einteilungen der Stammganglienäste der A. cerebri ant. angegeben wird, sollen noch einige, für das Verständnis dieser Gefäße notwendige Bemerkungen zur Entwicklung der Vorderhirngefäße gemacht werden.

Beim Eintritt in die primitive Anlage des Telencephalon teilt sich die A. carotis int. in zwei Gefäßknospen: eine anterior-Knospe und eine posterior-Knospe. Die anterior-Knospe, in kranialer Richtung verlaufend, wird zur A. cerebri ant.. Sie gibt, nahe ihrem Ursprung von der A. carotis int., einen Ast nach außen ab, der sich zur A. cerebri media entwickeln wird. Dieses später wichtigste Hirngefäß ist am Anfang nur ein Kollateralast der A. cerebri ant.. Bis zum achten Fetalmonat wird die A. carotis int. zu einem einzigen Stamm zurückgebildet (7).

Die Entwicklung der A. cerebri media, in deren Verlauf die Arterie von ihrem primitiven rostralen Versorgungsgebiet, dem Palaeoolfactorium,

weggedrängt wird, ist im Zusammenhang mit der Entstehung neuen arteriellen Zuflußgebietes im Neocortex zu verstehen.

Durch Faltungsvorgänge entstehen aus der Fissura endorhinalis zwei fast parallel zueinander liegende Abschnitte, die Fissura endorhinalis anterior und die Fissura endorhinalis posterior. Aus der Fissura endorhinalis posterior tritt der Hauptstamm der A. cerebri media auf den Cortex cerebri über, wo seine Gefäßversorgung dem Anwachsen des Neopalliums entsprechend vermehrt ist. Die kleinen Äste der A. cerebri media, die in der Fissura endorhinalis anterior liegen, dienen der Versorgung der striären und palaeoolfactorischen Gebiete. Sie sind erheblichen Rückbildungsvorgängen unterworfen und werden umso kleiner, je mehr sie von ihrem Ursprung weg zur Mitte hin auf die A. cerebri ant. zulaufen.

Dafür nehmen die Anastomosen mit der vorderen Hirnarterie an Größe zu, damit das hinzugefügte Ernährungsgebiet ausreichend arterielles Blut erhält. So versorgt die A. cerebri ant. Gebiete, die ursprünglich zur A. cerebri media gehören. Im Endzustand bleiben von den zahlreichen Anastomosen nur ein oder zwei größere Gefäße übrig, die ihr Blut fast ausschließlich aus der A. cerebri ant. erhalten. Diese Anastomose wird gewöhnlich als HEUBNERsche Arterie bezeichnet. SHELLSHEAR, der auch ihre Verbindung zur A. cerebri media beschrieben hat, nennt sie A. cerebri recurrens anterior.

Variationen in Lage und Verlauf der Heubnerschen Arterie ergeben sich aus der Vielzahl der Möglichkeiten, die zur Bildung dieses Gefäßes aus einer der zahlreichen Anastomosen im Bereich des Palaeoolfactorium führen.

Die Entwicklung der A. cerebri ant. aus der anterior-Knospe der A. carotis int. wurde oben beschrieben. Verursacht durch die Faltung der Fissura endorhinalis hat die A. cerebri ant. Teile des Versorgungsgebietes der A. cerebri media übernommen. Abgesehen von der Rückbildung der palaeoolfactorischen Anastomosen zur Heubnerschen Arterie weist die A. cerebri ant. nur geringe Abänderungen auf (13).

bb) Stammganglienäste der Arteria cerebri anterior

Die Arteriae perforantes aus der A. cerebri ant., auch Arteriae lenticulostriatae mediales genannt, werden bei LAZORTHES in zwei Gruppen eingeteilt:

1) Arteriae centrales breves (diencephalicae)
2) Arteria centralis longa (telencephalica)

Zu 1) Hierbei sind wieder zwei Arteriensträuße zu unterscheiden: Eine laterale Gruppe aus acht bis zwölf sehr dünnen Arteriolen, die nur mit sehr dünnflüssigen Farblösungen injiziert werden können. Sie entspringen von der Dorsalfläche der A. cerebri ant., z. T. einzeln, z. T. gruppiert, convergieren dann in Richtung Diencephalon und treten durch den hinteren Abhang der Substantia perforata anterior hindurch.

Eine mediane Gruppe aus vier bis zehn sehr dünnen, gestreckt verlaufenden Arteriolen, die aus dem Gefäßknoten entstehen, der aus der A. communicans anterior und den Aa. cerebri anteriores gebildet wird. Sie dringen in den oberen Teil der Lamina suboptica, das Rostrum corporis callosi und die nahe Frontalrinde ein (6); (7). Nach LAZORTHES versorgen diese Arteriolen ein sehr wichtiges Gebiet des Diencephalon: den Hypothalamus anterior mit seinen Kernen, die vordere Hälfte des Infundibulum, die Gegend des Foramen Monroi, die Commissura anterior und das Genu corporis callosi.

Die Annahme eines diencephalen Versorgungsgebietes für die Aa. centrales breves (7) steht ebenso wie KRAYENBÜHLS Feststellung, daß aus dem präkommunikalen Abschnitt der A. cerebri ant. hauptsächlich zentraldiencephale Äste abgehen, im Widerspruch zu KAPLANS Behauptung, nach der die Aa. cerebri ant. und media nur telencephale Strukturen versorgen. KAPLAN sieht diese bemerkenswerte Begrenzung verdeutlicht in der Verteilung der perforierenden Äste und begründet dies damit, daß ein konstantes Verhältnis zwischen den Hirnarterien und spezifischen Bläschen des Neuralrohrs besteht. Nach seinen Untersuchungen versorgen die Zentralarterien der A. cerebri ant. nur Strukturen, die rostral vom Chiasma opticum liegen. Seinen Beobachtungen zufolge ist ein Übertritt

von Kollateralen in den diencephalen Teil des Hypothalamus nicht vorgekommen. Analog dazu geben die Stammganglienäste der A. cerebri media keine Kollateralen zum Thalamus ab. AYER und AITKEN sowie LAZORTHES stimmen in der letzteren Feststellung mit ihm überein.

Die bei LAZORTHES gegebene Einteilung der perforierenden Äste aus der vorderen und mittleren Hirnarterie sowie ihre Zuordnung zu bestimmten Kerngebieten steht im Zusammenhang mit seiner Abgrenzung des zentralen Zirkulationsgebietes (s. Seite 5). Es sind die Arterien, die aus dem basalen Anteil der großen Hirnarterien, sowie aus den Aa. communicantes ant. und post. entspringen. Zentrale Äste aus den Aa. chorioideae werden hinzugerechnet. LAZORTHES unterscheidet bei diesen vertikal nach oben verlaufenden Basisarterien eine innere, diencephale Gruppe von einer äußeren, telencephalen Gruppe: Die diencephale Arteriengruppe verläuft zum Hypothalamus und Thalamus. Ihre einzelnen Gefäße entspringen in der Reihenfolge von rostral nach occipital von den Aa. cerebri ant., communicans post. und dem Anfang der Aa. cerebri post.. Sie verlaufen vertikal nach oben und somit parallel zur Wand des dritten Ventrikels und versorgen die Kerne des Hypothalamus und Thalamus auf den einander entsprechenden Ebenen.

Die äußere, telencephale Arteriengruppe ist nach LAZORTHES wichtiger als die diencephale Gruppe. Ihre am meisten innen gelegenen Arterien kommen aus der A. chorioidea ant. Die äußersten Arterien sind die zahlreichsten und entspringen aus der A. cerebri media. Sie sind zugleich die längsten Arterien aus der vertikal ansteigenden Gruppe. Die telencephalen Arterien versorgen die Spitze des Nucleus lentiformis (innerste Arterien zum Globus pallidus), sowie den übrigen Linsenkern und den Hauptteil des Nucleus caudatus (äußerste Arterien).

Diese zwei Gruppen, diencephale und telencephale, sind durch die Capsula interna getrennt, die in ihrem kaudalen Anteil fast gefäßlos ist (zwischen Thalamus und Linsenkern). Im kranialen Teil wird die Capsula interna von Arterien der äußeren, telencephalen Gruppe durchlaufen.

Zu 2) Die A. centralis longa wurde 1872 erstmals von A. HEUBNER beschrieben und besitzt folgende Synonyme: A. telencephalica (LAZORTHES); artère de la tête du noyau caudé (LAZORTHES); HEUBNERSCHE Arterie; A. striata anterior; A. recurrens cerebri anterior (SHELLSHEAR). Seither widmeten sich zahlreiche Autoren ihrer anatomischen und angiographischen Erforschung: KOLISKO; AYER und AITKEN; SHELLSHEAR; CRITCHLEY (zit. bei SALAMON et al.); ABBIE; LAZORTHES; WESTBERG; JAIN, KAPLAN; SALAMON et al.; AHMED und AHMED.

Der Ursprung der Heubnerschen Arterie befindet sich auf der Höhe der A. communicans ant.. Von hier aus verläuft sie am superolateralen Rand der A. cerebri ant., manchmal auch vor und manchmal hinter diesem Gefäß gelegen, rückwärts nach lateral bis etwa auf die Höhe der Carotisgabelung. Danach biegt sie nach oben und hinten, erreicht den rostromedialen Anteil der Substantia perforata anterior und tritt nach verschiedenen Autoren (14); (24); (26) an etwas unterschiedlicher Stelle in die Hirnsubstanz ein, im allgemeinen rostral vor den perforierenden Ästen der A. cerebri media (26). Die Länge der Heubnerschen Arterie beträgt im allgemeinen etwa zwei Zentimeter. Ist sie kürzer, findet man sie oft in doppelter Anzahl. Verlauf und Kaliber sind, wie aus der Entwicklung hervorgeht, erheblichen Schwankungen unterworfen, weshalb häufig ein Fehlen der Arterie vermutet wird (6). Nach LAZORTHES, JAIN und KAPLAN ist die Arterie jedoch ein konstant aufzufindender Ast der A. cerebri ant. an der Hirnbasis.

Die Heubnersche Arterie unterscheidet sich von den anderen Arterien des Corpus striatum dadurch, daß sie Äste abgibt, bevor sie in die Substantia perforata anterior eintritt. Es sind Äste zur unteren Fläche des Nucleus lentiformis und zur vordersten Spitze des Nucleus caudatus, die auch das Putamen mit feinen Zweigen versorgen (17). Auch LAZORTHES beschreibt Kollateralen, die die Heubnersche Arterie vor ihrem Eintritt in die Hirnbasis abgibt. Sie verlaufen nach vorne zum Cortex frontalis und zum Bulbus olfactorius, ferner nach hinten durch den rostralen Teil der Substantia perforata anterior zum Diencephalon. Gemäß

KOLISKOS Untersuchungen gibt diese Arterie in ihrem Verlauf zur Substantia perforata anterior keine Seitenäste ab.

Die A. centralis longa (HEUBNER) versorgt zum Teil den Bulbus olfactorius und selten die angrenzende Hirnrinde, hauptsächlich aber den vorderen Schenkel der Capsula interna (Tractus frontopontinus), die rostral-medialen Teile des Putamen, Pallidum und des Caudatum-Kopfes (6). Auch KOLISKO, KAPLAN und AHMED beschreiben die teilweise Versorgung des Pallidum durch die Heubnersche Arterie.

Alle Stammganglienäste aus der vorderen Hirnarterie haben ein konstantes Merkmal: Sie bilden untereinander keine Anastomosen, sondern sind Endarterien (31).

c) Versorgung der Stammganglien aus der Arteria chorioidea anterior

Im Zusammenhang mit der Frage nach der Blutversorgung des Globus pallidus, die von einzelnen Autoren unterschiedlich beantwortet wird, steht die Beschreibung zentraler Äste aus der A. chorioidea ant. zu den Stammganglien. Ohne daß eine genauere topographische Beschreibung des Gefäßes gegeben wird, sollen einige Auffassungen über den Anteil der Stammganglienversorgung aus der A. chorioidea ant. verglichen werden.

FOIX und NICOLESCO (zit. bei LAZORTHES) zeigen, daß die A. chorioidea ant. nicht nur die Plexus chorioidei versorgt, sondern auch zentrale Gebiete, nämlich den Globus pallidus (Pars interna) und die anliegende Capsula interna. Für LAZORTHES scheint dieses, allerdings sehr variable, zentrale Versorgungsgebiet bisweilen noch wichtiger zu sein als die Versorgung der Plexus chorioidei:

Von der Portio basalis (cisternalis) der A. chorioidea ant. wird das Crus posterius der Capsula interna und der größte Teil des Globus pallidus (Pars interna) versorgt. Aus diesem Grunde sollten nach LAZORTHES die Äste der A. chorioidea ant. umbenannt werden in Aa. capsulares posteriores und Aa. pallidae internae. Aus der Portio ventricularis gehen die Gefäße ab zu den Plexus chorioidei, ferner zum Nucleus posterius

thalami und zum Nucleus caudatus (Corpus und Cauda).

Die Stammganglienäste zur Versorgung des Pallidum internum entstehen einerseits aus der A. cerebri media. Sie entspringen am Beginn der mittleren Hirnarterie und enden in der Pars inferior der Capsula interna. Auch aus der A. chorioidea ant. empfängt das Pallidum internum arterielles Blut, entsprechend den vorhergehenden Darstellungen (7). Im Unterschied zu dem vertikalen Verlauf der übrigen Arterien des zentralen Zirkulationsgebietes (s. Seite 5) verlaufen die Äste aus der A. chorioidea ant. fast horizontal, bedingt durch die Lage der Tela chorioidea (7).

In der Mitteilung HEUBNERS finden wir als zentrales Versorgungsgebiet der A. chorioidea ant. auch das Crus posterius der Capsula interna und einen Teil des Thalamus anterior beschrieben. Es fehlen Angaben über die Pallidumversorgung durch die A. chorioidea.

ALEXANDER (zit. bei METTLER et al.) schreibt die Blutversorgung des ganzen Globus pallidus allein der A. chorioidea ant. zu, die er deshalb A. pallido-hippocampalis zu nennen vorschlägt. Die Bezeichnung Aa. lenticulostriatae für die Aa. perforantes aus der A. cerebri media wäre falsch, weil diese Äste nur das Putamen und den Nucleus caudatus versorgen. Sie müßten Aa. striatae oder strio-capsulares genannt werden. METTLER et al. finden aber nach Unterbindung der A. chorioidea ant. im Tierversuch (Schimpanse) die nachfolgende Ischämie auf die innere Marklamelle des Pallidum, die angrenzenden Teile der Capsula interna sowie das intermediäre Segment des Pallidum beschränkt.

Nach KOLISKO und HERMAN et al. erfolgt die Versorgung des medialen Teils des Pallidum gemeinsam aus perforierenden Ästen der vorderen und mittleren Hirnarterie. Bei KAPLAN, AHMED und OSTROWSKI et al. (zit. bei KRAYENBÜHL)wird die Blutversorgung von Teilen des Pallidum durch die Heubnersche Arterie beschrieben.

d) Arteria cerebri media

Die A. cerebri media stellt gleichsam die direkte Fortsetzung der A. carotis interna nach lateral in Richtung auf die Sylvische Furche dar. In

ihrem corticalen Verlauf wird die Arterie im Bereich der Insel eingefaltet. - Die Einteilung der A. cerebri media nach topographischen Gesichtspunkten ist hier von KRAYENBÜHL übernommen worden:

Pars sphenoidalis
Pars insularis
Pars opercularis
Pars terminalis.

Es sollen nur die Pars sphenoidalis und die Pars insularis beschrieben werden (Aufzweigungen der übrigen Abschnitte vgl. KRAYENBÜHL.).

da) Pars sphenoidalis

Dieser Abschnitt der A. cerebri media verläuft nach der Carotisgabelung horizontal entlang des Keilbeinflügel nach lateral bis zum Limen insulae, ist dabei leicht dorsal gerichtet. Die durchschnittliche Länge dieses Abschnittes beträgt nach JAIN 16 mm bei einem Durchmesser von 3-5 mm. Die Aufzweigung der mittleren Hirnarterie in ihre Hauptäste erfolgt in unterschiedlichem Abstand von der Carotisbifurkation. Entsprechende Aufteilungsvariationen sind eingehend von JAIN und KAPLAN untersucht worden. Die Bifurkation des Mediahauptstammes kann in 1-4 cm Entfernung von der Carotisteilungsstelle vor sich gehen. Es gibt sogar Seitenunterschiede bei einem Individuum (26). Auf die Bedeutung dieser Variabilität wird weiter unten noch hingewiesen.

Im sphenoidalen Abschnitt der A. cerebri media gehen außer der A. frontoorbitalis (in 6 % der Fälle bei Pseudobifurkation) keine weiteren corticalen Äste ab, sondern nur zentrale Äste, die Stammganglienarterien der A. cerebri media (6). Diese Gefäße wurden schon seit langer Zeit anatomisch untersucht und sind u. a. beschrieben worden von: HEUBNER; DURET; KOLISKO; BEEVOR (zit. bei SALAMON et al.); AYER und AITKEN; SHELLSHEAR; ALEXANDER (zit. bei KRAYENBÜHL); neuerdings: KAPLAN; LAZORTHES; HERMAN et al.; WESTBERG; JAIN; SALAMON et al.

Die Stammganglienäste der A. cerebri media, wie die entsprechenden Äste aus der vorderen Hirnarterie Aa. perforantes genannt, bilden die

Gruppe der Aa. lenticulostriatae laterales. Etwa zehn bis zwanzig Arteriolen entspringen vom dorso-kranialen Rand der A. cerebri media von ihren lateralen zwei Dritteln. Sie entstehen auf der gleichen Linie, senkrecht zur großen Achse des Gefäßstammes (7); teilweise liegen sie einzeln nebeneinander, gelegentlich findet man auch die Anordnung in wenige Hauptstämme, die sich büschelartig weiter aufzweigen. (33). Die Gefäße haben folgende Synonyme:

Aa. striolenticulares; Aa. lenticulostriatae; Aa. capsulae internae; Aa. thalamostriatae; Aa. thalamolenticulares. WESTBERG hat sie einfach Stammganglienarterien genannt, weil sie oft in ihren Versorgungsgebieten variieren. LAZORTHES teilt die Stammgangliengefäße der A. cerebri media nach DURET und FOIX und LÉVY (zit. bei LAZORTHES) in zwei Gruppen ein:

1) Arteriae striatae externae (DURET) oder Arteriae putamino-capsulo-caudatae (FOIX und LÉVY)
2) Arteriae striatae internae (DURET) oder Arteriae pallidae externae (FOIX und LÉVY).

Zu 1) Ihr Verlauf ist zunächst nach medial und dorsal, somit parallel zum Anfangsteil der A. cerebri media, dann wieder nach lateral und dorsal gerichtet. Sie beschreiben so eine erste Krümmung, deren Konkavität nach lateral zeigt. In dieser Form treten die Gefäße in den lateralen Bezirk der Substantia perforata anterior ein. Ihr weiterer Verlauf zeigt erneut eine Krümmung, die sie nach kranial und wieder nach medial bringt. Die Konkavität dieser Krümmung zeigt nach medial. Auf diese Weise zeigen die Arterien die Form eines umgestürzten S (31). Die Aa. striatae externae versorgen das Putamen in seinen wesentlichen Teilen. Die äußersten Äste verlaufen zum Caput und Corpus nuclei caudati. Ferner werden aus der Capsula interna das Crus anterius, die Pars superior des Genu capsulae internae und die Pars superior des Crus posterius durch diese Arterien versorgt. Die Gefäße, die aus dem Nucleus lentiformis kommen, enden im Crus posterius der Capsula interna und erreichen den Thalamus nicht (18); (7).

JAIN fand bei seinen Untersuchungen in allen Gehirnen ein bis zwei perforierende Äste, die vom distalsten Abschnitt der A. cerebri media entsprangen und durch ihren größeren Durchmesser hervortraten. Die äußersten Stammganglienarterien haben, ebenso wie die Claustrumarterien (siehe Pars insularis), abhängig von der vorliegenden Aufteilungsvariation der mittleren Hirnarterie einen jeweils verschiedenartigen Ursprung von der A. cerebri media: vom Stamm der A. cerebri media in 54, 1 %, von der Aufteilungsstelle in 25, 6 % und von einem der Hauptäste in 20, 3 % der untersuchten Fälle (24). Nach KAPLANS Untersuchungen besteht zwischen dem Abstand der Mediaaufteilung von der Carotisbifurkation und dem Ursprung der lateralen perforierenden Äste aus der A. cerebri media ein direkter Zusammenhang: Je näher die Bifurkation der A. cerebri media an der Carotisteilungsstelle liegt, desto eher besteht die Wahrscheinlichkeit, daß die lateralen Aa. perforantes von einem der Hauptäste der mittleren Hirnarterie entspringen, und zwar meistens von der rostral liegenden Aufzweigung. Auf die Bedeutung dieses Zusammenhangs bei der Beurteilung des Carotisangiogramms weisen wir noch hin.

In der Gruppe der äußersten Stammganglienarterien befindet sich den Angaben der klassischen Anatomie zufolge ein starkkalibriger Ast, der an der lateralen Fläche des Putamen nach kranial läuft. Er wurde von CHARCOT (zit. bei SALAMON et al.) "Arterie der Hirnhämorrhagie" genannt. Nach LAZORTHES würde mehr als eine dieser lateralen Gefäße die Umbenennung verdienen. Die "klassische Arterie der Hirnhämorrhagie" von CHARCOT, die in der Gruppe der äußersten Aa. lenticulostriatae beschrieben wurde, kann nach LAZORTHES offensichtlich nicht ein bestimmter Zweig sein, dessen Brüchigkeit besonders groß ist, es ist vielmehr die eine oder andere aus einer Mehrzahl von Arterien in diesem Bereich.

ABBIE erläutert in seiner Monographie, die auch auf den Untersuchungen von AITKEN, E. SMITH und SHELLSHEAR (alle zit. bei ABBIE) beruht, die entwicklungsgeschichtliche Ursache für die unterschiedliche Gefäßgröße der Stammganglienäste aus der mittleren Hirnarterie: Durch zunehmende Biegung der Fissura endorhinalis (s. Seite 9) vergrößern sich

die Rami striati am äußeren Winkel der Fissur, jene am medialen Ende verkleinern sich. Hier wird die gesteigerte Häufigkeit von arteriellen Rupturen in dem lateralen Gefäßgebiet begründet durch die Konzentration großkalibriger Arterien, wie sie an sonst keinem anderem Teil des Gehirns vorkommt.

Der mit zunehmendem Lebensalter spitzere Winkel, den die äußersten Aa. lenticulostriatae mit der mittleren Hirnarterie bilden, ist nach JAIN Grund für das gehäufte Auftreten von Hirnhämorrhagien in diesem Bereich. Die bezeichneten Gefäße neigen bei Blutdruckabfällen leichter zu ischämischer Schädigung, weil der Blutstrom in ihnen rückläufig zu dem in der Hauptarterie ist. Die Wiederherstellung des ursprünglichen Blutdrucks nach einer hypotensiven Phase kann dann eine Gefäßruptur verursachen.

Die Gruppe der äußersten Aa. lenticulostriatae, die sich zum Teil um die laterale Basis des Nucleus lentiformis herumbiegen, liegt in topographischer Beziehung zu der von LAZORTHES angegebenen Grenzzone zwischen zentralem und peripherem Zirkulationsgebiet (s. Seite 5). LAZORTHES nimmt die Grenzzone, an der sich zwei hämodynamische Systeme ganz verschiedener Art gegenüberstehen, als zwischen der weißen Substanz des Centrum ovale (außen) und der Basis des Nucleus lentiformis (innen) gelegen an. Das periphere System ist Blutdrucken unterworfen, die aufgrund der Existenz eines anastomosierenden Rindennetzes sehr gemildert sind. Im zentralen System dagegen liegen erhöhte Blutdruckwerte vor, weil seine Arterien direkt aus dem basalen Teil der großen Hirnarterien entspringen und weil es aus Endarterien zusammengesetzt ist.

Diese Grenzebene stellt einen Schwächepunkt in den arteriellen Einrichtungen des Gehirns dar aufgrund erheblicher Blutdruckunterschiede, die schon normalerweise zwischen beiden Zirkulationsgebieten herrschen und sich unter krankhaften Verhältnissen noch vergrößern. Zerebrale Hämorrhagien sind, häufiger als klassischen Angaben zufolge anzunehmen, in dieser Grenzzone zu finden (7).

Zu 2) Die Aa. striatae internae haben im Gegensatz zu den Aa. striatae

externae einen vertikalen Verlauf vom Ursprung auf der A. cerebri media in Richtung Pallidum, das sie dann von kaudal nach kranial durchlaufen (31). Sie versorgen die Pars externa des Globus pallidus. Nach Abzweigung von Kollateralen zum Pallidum erreichen sie die Capsula interna (7).

Für alle Stammganglienäste aus der A. cerebri media gilt das gleiche wie für die der A. cerebri ant.. Sie bilden keine Anastomosen untereinander oder mit den Ästen der Insel.

db) pars insularis

Der Stamm der A. cerebri media verläuft bis etwa zum lateralen Ende der Fissura orbitalis superior und teilt sich am Beginn der Sylvischen Furche. Nach JAIN erfolgt in 90 % der Fälle die Bifurkation, in 10 % die Trifurkation. Am Limen insulae biegen diese zwei oder drei Äste rechtwinklig nach oben. Aus den anfänglich zwei bis drei Ästen entsteht nach weiterer Aufzweigung eine Gruppe corticaler Arterien, die sich der Insel anlegen und daher Aa. insulares oder Sylvische Gefäßgruppe genannt werden (6).

Lange schrieb man die Blutversorgung des Claustrum den Kollateralen corticaler Arterien zu, die zu diesem Zweck die Insel durchbrechen sollten. Anastomosen zwischen Lentiformisarterien und Claustrumarterien hingegen wurden abgelehnt (BEEVOR und DURET) (zit. bei SHELLSHEAR).

SHELLSHEAR wendet sich gegen die von BEEVOR und DURET geforderten Anastomosen zwischen Inselarterien und Claustrumarterien. Er klärt die aufgetretene Diskrepanz dadurch, daß er eine getrennte und besondere Serie von basalen Arterien beschreibt, die durch das Limen insulae lateral von der eigentlichen Substantia perforata anterior zum Claustrum hindurchtreten.

III Grundlagen und Ergebnisse der angiographischen Erforschung der Stammganglienarterien unter Berücksichtigung des arteriographischen Bildes der Carotis-interna-Aufzweigungen

1) Carotisangiographie

a) Definition und Geschichte

Die Carotisangiographie ist eine röntgenologische Untersuchungsmethode, durch die es möglich ist, ein Bild von den intrazerebralen Aufzweigungen der A. carotis interna beim Lebenden zu erhalten. Sie bildet einen Teil der zerebralen Angiographie, in deren Bereich auch die Vertebralisangiographie fällt.

Nach einer Kontrastmittelinjektion in die inneren Carotiden werden in mehreren Projektionen Röntgenbilder vom Schädel angefertigt, auf denen die Hirngefäße, umgeben von der Struktur der Schädelknochen, in ihrer natürlichen Lage erkannt werden können. Im einzelnen hängt es vom Zeitpunkt der Filmexposition ab, welcher Abschnitt des Gehirnkreislaufs beim Durchfluß des Kontrastmittels durch die Arterien, Kapillaren und Venen festgehalten wird. Entsprechend hat jedes Carotisangiogramm eine arterielle, kapilläre und venöse Phase (1). Die technischen Voraussetzungen für das Anfertigen eines Carotisangiogramms werden noch genauer dargestellt.

Ein Rückblick über die Geschichte der zerebralen Angiographie macht deutlich, wie schnell sich die röntgenologische Kontrastmitteldiagnostik der Hirngefäße seit ihrer Einführung durch E. MONIZ im Jahre 1927 zu einer routinemäßigen diagnostischen Untersuchungsmethode in allen neurochirurgischen Kliniken entwickelt hat:

Der ersten Carotisangiographie an einem Patienten 1927 gingen Versuche mit intraarteriellen Kontrastmittelinjektionen an Tieren und Leichen voraus (E. MONIZ und A. LIMA seit 1926). 1931 konnte MONIZ in einer Arbeit bereits über seine Erfahrungen in der intrazerebralen Tumordiagnostik anhand von 180 Carotisangiographien berichten. Die erste öffentliche Diskussion angiographischer Ergebnisse bei Hirntumoren und Aneurysmen

fand 1935 in Stockholm anläßlich der Sitzung der British Society of Neurological Surgeons statt. A. LIMA beschrieb dabei erstmals die Blutversorgung der Hirntumoren. OLIVECRONA berichtete über die arteriographische Darstellung der A. vertebralis.

Das seit den letzten Jahren in verschiedenen Städten der Welt regelmäßig stattfindende Symposium Neuroradiologicum dient dem Austausch sämtlicher Erfahrungen auf dem Gebiet der zerebralen Kontrastmitteldiagnostik.

In Deutschland ist die zerebrale Angiographie seit 1936 durch die TÖNNISsche Schule intensiv und fruchtbar gefördert worden (6).

b) Technik

Im Hinblick auf das Thema dieser Arbeit werden bei der Schilderung der technischen Grundlagen für das Anfertigen einer Carotisangiographie besonders die Bedingungen für eine optimale Darstellung der Stammganglienarterien im ap-Bild erwähnt.

ba) Punktionsmethode

Wir beschränken uns hier auf die Darstellung der perkutanen, direkten Carotisangiographie (1), weil sie, abgesehen von besonderen Indikationen die gebräuchlichste und schnellste Methode ist, das Kontrastmittel in die Carotisstrombahn zu injizieren (6). Sie wird auch an der Chirurgischen Universitätsklinik in Tübingen angewandt. (Bezügl. der übrigen Punktionsverfahren s. BUSHE und GLEES; TÖNNIS.)

Das Kontrastmittel wird dabei durch die äußere Haut in die A. carotis direkt eingespritzt.

Bei dem Eingriff befindet sich der Patient in Rückenlage. Der Kopf wird durch eine Vorrichtung am Lysholmtisch im Nacken gesenkt, so daß die Carotispulsation maximal zu palpieren ist. Mit der zugleich erfolgenden Streckung des Halses wird auch die ventral liegende Carotis gestreckt. Die Punktionsstelle befindet sich in der Mitte zwischen Kieferwinkel und Incisura jugularis sterni am inneren Rand des Musculus sternocleido-

mastoideus. Die Punktionsnadel wird in das Arterienlumen ein- und etwa 1-3 cm kranial vorgeschoben. Bei geglückter Punktion spritzt sofort arterielles Blut aus der Nadel heraus (1). Danach werden für eine herkömmliche Angiographie beim Erwachsenen 8-10 ccm Kontrastmittel injiziert.(6).

Für eine optimale Darstellung der Arterien im Bereich der A. carotis interna, somit auch der Stammgangliengefäße, ist es wichtig, daß bei der Carotispunktion das Kontrastmittel in die A. carotis interna kommt. Gelingt die selektive Punktion der A. carotis int. nicht, geht ein großer Teil des Kontrastmittels über die A. carotis externa verloren. Die Darstellung des eigentlich wichtigen Carotis-interna-Gebietes wird kontrastarm. Außerdem stört die Darstellung der Externaaufzweigungen die Beurteilung des Internaangiogramms.

bb) Röntgentechnik

Für besondere Anzeigestellungen im Bereich der zerebralen Angiographie stehen verschiedene, technisch vervollkommnete Aufnahmegeräte zur Verfügung (vgl. KRAYENBÜHL und YASARGIL). Bei einer einfachen Carotisangiographie wird zur Aufnahme der Röntgenbilder ein Dreikassettenwechsler mit einzelnen herausziehbaren Filmkassetten benutzt. Zur sicheren arteriographischen Darstellung der Aa. lenticulostriatae wird bei SALAMON et al. das Schnellserienverfahren empfohlen, um den Durchfluß des Kontrastmittels durch diese Gefäße schon in der frühen arteriellen Phase zu erfassen.

Die Injektion des Kontrastmittels erfolgt innerhalb einer halben bis zwei Sekunden durch die Hand des Untersuchers. Unmittelbar vor Beendigung der Injektion, wenn noch etwa 2-4 ccm aus der Gesamtmenge von 8-10 ccm Kontrastmittel in der Spritze sind, soll die Belichtung des ersten Filmes erfolgen. Dadurch kommt die arterielle Phase zur Darstellung (4); (6), somit auch die Aa. lenticulostriatae, deren Füllung etwa 0, 5 bis 1, 5 Sekunden dauert. Diese hängt auch von der Gesamtdauer der Kontrastmittelinjektion ab (15).

Wird der richtige Zeitpunkt für die Filmexposition in der arteriellen Phase verpaßt, so erhält man Angiogramme aus dem Übergang zur kapillären bzw. venösen Phase, in denen weder die großen Hirnarterien noch die Stammganglienarterien zu beurteilen sind. Dieser technische Mangel tritt, wie wir sehen werden, häufiger auf als eine Fehlbelichtung der Filme selbst.

Zur Anfertigung der Röntgenaufnahmen in antero-posteriorer Projektion liegt der Hinterkopf des Patienten der Kassette auf. Das Kinn wird soweit wie möglich an die Brust gezogen. So erreicht man, daß sich die Carotisgabelung mit den darauf entspringenden Stammganglienarterien nicht in die Orbita hineinprojiziert, sondern über sie. Ist das Anziehen des Kinnes an die Brust nicht ausreichend möglich, wird die Röntgenröhre etwas nach kranial gekippt, so daß sie leicht fußwärts zielt (15-16^{o}). Die Einstellung des Zentralstrahles erfolgt idealerweise nach der "Deutschen Horizontalen" (Augen - Ohr - Linie). Diese Linie verbindet den lateralen Augenwinkel mit dem äußeren Gehörgang. Jede seitliche Verkantung des Kopfes und der Röntgenröhre muß bei der ap-Aufnahme vermieden werden (4). Wird die Einstellung des Zentralstrahles wie oben vorgenommen, so steht er gewöhnlich senkrecht auf dem Hauptverlaufsteil der Aa. lenticulostriatae. Ist dagegen der Kopf des Patienten gegen die Röntgenröhre zu weit nach hinten geneigt, projiziert sich die mittlere Hirnarterie über das Ursprungssegment der Stammganglienarterien (15).

Außer der fehlerhaften Einstellung der Röntgenröhre als Ursache für eine störende Interferenz von Gefäß- und Knochenstrukturen in das Bild der Stammganglienarterien kommen zusätzlich eine extreme Adipositas sowie, besonders bei älteren Patienten, eine stark ausgeprägte Kyphose der Brustwirbelsäule in Frage. Bei Kindern und Jugendlichen finden sich deshalb die besten Voraussetzungen für eine Carotisarteriographie ohne Projektionsfehler.

bc) Kontrastmittel

Von der Anwendung des Thorotrasts als Kontrastmittel in der zerebralen Angiographie ist man wegen der aufgetretenen Spätschäden abgekommen,

nachdem man es wegen seiner gut kontrastgebenden Eigenschaft lange benutzt hatte (Genaueres über die Entwicklung geeigneter Kontrastmittel s. DECKER; KRAYENBÜHL und YASARGIL; TÖNNIS).

Heute sind als Kontrastmittel nur noch wässrige organische Jodverbindungen in Verwendung. Davon ist das 60%ige Urografin (Schering) das gebräuchlichste. Da dieses Kontrastmittel keinen Einfluß auf die lokale und allgemeine Blutzirkulation besitzt und auch im Gefolge paraarterieller Injektion kaum toxisch wirkt, ist die Carotisarteriographie heute mit weniger Gefahr verbunden als früher (2); (6).

2) Angiographisches Bild der Arterien im Carotis-interna-Bereich Vergleich mit anatomischen Befunden

Hier soll das angiographische Bild der Arterien, die aus der A. carotis interna in das Gehirn eintreten, in antero-posteriorer Projektion beschrieben werden. Es wird nicht im einzelnen auf die angiographische Darstellung der corticalen Verläufe und Aufzweigungen der vorderen und mittleren Hirnarterie eingegangen (s. d. bei KRAYENBÜHL und YASARGIRL; BUSHE und GLEES). Das dickste Gefäß im Carotisarteriogramm entspricht der

a) Arteria carotis interna

Im Halsbereich (4) hat die Arterie einen geraden, astlosen Verlauf nach kranial zur Schädelbasis. Der Eintritt der A. carotis int. durch den Canalis caroticus in die Schädelbasis (Kanalabschnitt)(4) ist im Röntgenbild durch einen bei Kindern weniger als bei Erwachsenen ausgeprägten Knick auf dem ap-Bild nach innen charakterisiert. Der Carotiskanal wird beim Erwachsenen fast horizontal, bei Kindern in steilerer Richtung durchlaufen. Im Sinus cavernosus verläuft die Carotis mit einem zweiten, typischen Knick nach vorne und biegt kurz darauf beim Durchtritt durch die Dura am Processus alae parvae in etwa S-förmigem Verlauf wieder scharf nach hinten um. Beide Teile des Carotisverlaufs, der infraklinoidale Cavernosusabschnitt (4) und der supraklinoidale Zisternenabschnitt (4) (im Cavum leptomeningicum gelegen) werden im

Röntgenbild zusammen als Carotissiphon bezeichnet. Im ap-Bild erscheint der Carotissiphon sehr verkürzt und ist nur als kurze Krümmung oder als Verdickung des Kontraststreifens zu erkennen, weshalb er gelegentlich für ein Aneurysma gehalten wird (4).

Vom Carotissiphon geht als erster Ast die A. ophthalmica nach vorne zur Orbita ab. Im ap-Bild läuft dieses Gefäß vom Siphon nach außen. Am Ende des supraklinoidalen Abschnitts des Carotissiphons verläuft die Carotis wieder nach vorne und gibt nacheinander die A. communicans posterior und, oberhalb davon, parallel zu dieser, die A. chorioidea anterior nach hinten ab. Die Aufteilungsstelle der Carotis in ihre Endäste heißt im ap-Bild Carotisgabel (4) oder T-Stück (1).

b) Arteria cerebri anterior

Im ap-Bild des Carotisangiogramms entspricht der mediale Teil des Balkens des T-Stücks dem Anfangsteil der A. cerebri anterior. Die Arterie erreicht nach kurzem horizontalen Verlauf die Mittellinie und steigt, nachdem sie durch eine sehr variable A. communicans anterior mit der A. cerebri ant. der Gegenseite verbunden worden ist, fast senkrecht zwischen den Hemisphären nach oben. (Über die Einteilung der A. cerebri ant. s. Seite 6).

In der Diagnostik intrakranialer raumfordernder Prozesse dient die A. cerebri ant. als erste Orientierungsachse. Sie weist starke Variationen bezüglich Form, Kaliber, Länge, Verlauf und Abgabe von Ästen auf. Im allgemeinen nimmt sie keinen unbedingt geraden Verlauf. Vielmehr sind häufig Schleifenbildungen und verschiedene konvexe und schräge Verläufe zu beobachten (6). Hat die A. cerebri ant., bzw. im weiteren Verlauf die A. pericallosa, im Frontalbild einen genau medianen und gespannten Verlauf, so ist der Verdacht auf einen Hydrozephalus internus begründet. Bei raumfordernden Prozessen erfolgt eine Ausbuchtung der A. pericallosa zur gesunden Seite. Dagegen bewirken hirnatrophische Prozesse oft eine gleichseitige Verlagerung des Gefäßes (1).

c) Arteria cerebri media

Diese Arterie erscheint als morphologisch stärkster Ast der A. carotis int. und verläuft im angiographischen Bild von der Bifurkation an als lateraler Ast des Balkens des T-Stücks annähernd horizontal (Pars sphenoidalis) bis zu der Stelle, wo die A. cerebri media mit einem Knick fast rechtwinklig nach oben abbiegt und in die Sylvische Gefäßgruppe übergeht (Pars insularis). Diese Stelle der Richtungsänderung, auch als Knie der A. cerebri media bezeichnet, ist nach CHASE-TAVERAS (zit. bei KRAYENBÜHL und YASARGIL) durchschnittlich 3 cm von der temporalen Kalotte entfernt.

Die Beurteilung des Gesamtverlaufs der Sylvischen Gefäßgruppe spielt seit den Anfängen der zerebralen Angiographie eine wesentliche Rolle für die Diagnose größerer raumfordernder Prozesse. Ein Teil der Gefäße aus der Sylvischen Gruppe steigt nach oben und verläuft um das Operculum herum (Pars opercularis). Dabei ändern diese Arterien ihre Verlaufsrichtung um mehr als 90°, um auf die Hirnoberfläche zu gelangen. Die eigentlich hintereinander liegenden Arterienbögen der Pars opercularis erscheinen in der ap-Aufnahme auf eine Ebene projiziert. So entsteht das Bild eines Kandelabers mit mehreren Armen (Kandelaberarterien). Die medialste Stelle der Schleife der um das Operculum herumgelegten Arterien wird von CHASE-TAVERAS als "angiographic sylvian point" bezeichnet. Hier verlassen die letzten corticalen Hauptzweige der A. cerebri media den Rand der Insel und verlaufen auf die Oberfläche des Gehirns. Der Abstand des Punktes von der parieto-temporalen Kalotte beträgt nach CHASE-TAVERAS maximal 4, 3 cm (6).

d) Stammganglienarterien aus der Arteria cerebri anterior und Arteria cerebri media

Durch die röntgenologische Darstellung wird ein Bild von den Stammganglienarterien der vorderen und mittleren Hirnarterie gegeben, das in vielem im Gegensatz steht zu den anatomischen Befunden dieser Gefäße sowie ihrer strengen topographischen Einteilung. Wir wollen aus diesem Grunde das angiographische Bild der Aa. lenticulostriatae, wie die Gruppe

der Stammganglienarterien in der angiographischen Literatur (15) vielfach bezeichnet wird, im Zusammenhang beschreiben und mit den anatomischen Ergebnissen vergleichen.

Bei der routinemäßig angefertigten Carotisangiographie kann man die lenticulostriären Gefäße in bestimmter Form erkennen. Auf den ap-Aufnahmen erscheinen sie zwischen den beiden Arterienbäumen der A. pericallosa (median) und den corticalen Aufzweigungen der A. cerebri media (temporal). Die Aa. lenticulostriatae erkennt man im ap-Bild an ihrem Ursprung und ihrer typischen Gestalt, die in allen Einzelheiten an ihr anatomisches Bild erinnern. Von den übrigen, zum Teil interferierenden Arterien des Frontalbildes unterscheiden sich die Stammganglienarterien durch ihre doppelte Krümmung, die man auf die anatomische Darstellung durch Gefäßinjektion direkt übertragen kann:

Das Ursprungssegment bildet mit seiner Krümmung eine Konkavität nach außen, das folgende Segment zeigt eine Krümmung mit nach medial gerichteter Konkavität. Die zweite Krümmung ist parallel zu der Verlaufsrichtung der Inselgefäße (31). Zwischen Ursprungssegment und kranialem Verlaufsteil kann man eine knieförmige Abbiegungsstelle beobachten. Dort ändern die Stammganglienarterien ihren Verlauf. Im kranialen Segment divergieren die Stammganglienarterien leicht fächerförmig und haben auf ap-Aufnahmen die charakteristische Zwiebelschalenform (6). Im allgemeinen wird die A. chorioidea ant. in die Gruppe der Aa. lenticulostriatae hineinprojiziert. Doch erschwert das, im Gegensatz zu einer eventuellen Kontrastmittelfüllung der A. cerebri post., die Beurteilung der Stammganglienarterien nicht, wenn man sich vergegenwärtigt, daß die A. chorioidea ant. aus der A. carotis int. entspringt.

Die etwa fünf bis sechs angiographisch sichtbaren Arterien sind die mit dem größten Durchmesser aus der Reihe der Aa. perforantes. Es können nach SALAMON et al. nur die Rami pallidae externae sowie der Ramus lenticulostriatus sicher angiographisch erfaßt werden. Die feinen Arteriolen aus der Gruppe der Aa. perforantes von der vorderen Hirnarterie (Aa. centrales breves) (LAZORTHES) kommen in der Angiographie nicht zur Darstellung (31).

ANDERSEN beschreibt in seiner angiographischen Studie, daß die Aa. lenticulostriatae fast immer aus dem medialen Teil der A. cerebri media entspringen und sich dann innerhalb einer Breite von 13-15 mm aufzweigen. Im Rahmen seiner Untersuchungen entstanden sie nur in einem Fall aus der vorderen Hirnarterie. Diese Beschreibung, die auf angiographischem Material beruht, steht im Widerspruch zu der anatomischen Darstellung der Stammgangliengefäße durch HEUBNER und nachfolgende Autoren. Den Ergebnissen dieser Autoren zufolge ist die A. recurrens (HEUBNER) aus der vorderen Hirnarterie ein wichtiges und konstantes Gefäß für die Blutversorgung der Stammganglien.

WESTBERG vergleicht in einer seiner Mitteilungen die Erscheinung der Aa. lenticulostriatae im Röntgenbild mit den Ergebnissen, die er aus Sektions- und Korrosionspräparaten erhalten hat. Dieser Vergleich führt zu einem jeweils verschiedenen Schluß bezüglich der normalen Anatomie der untersuchten Gefäße:

Aus dem anatomischen Verlauf der A. Heubner geht hervor, daß der Hauptstamm dieser Arterie in der klinischen Angiographie meistens schwierig oder gar nicht identifiziert werden kann. Die horizontale Strecke der Heubnerschen Arterie liegt manchmal ventral, manchmal dorsal von der vorderen Hirnarterie. Auf ap-Aufnahmen wird dieser Teil der Arterie vom Kontraststreifen der A. cerebri ant. überdeckt und somit unsichtbar (33). WESTBERG konnte die angiographische Darstellung der ganzen Heubnerschen Arterie nur mit einer Abbildung dokumentieren. Im weiteren, zentral gerichteten Verlauf, läßt sich diese Arterie angiographisch von den lenticulostriären Arterien aus der A. cerebri media nicht unterscheiden (6). Die Äste der A. recurrens werden aus diesem Grund leicht fälschlicherweise für Äste der mittleren Hirnarterie gehalten. Eine teilweise Überlagerung der Heubnerschen Arterie mit den Rändern der die Carotisbifurkation bildenden Gefäße kann unter Umständen den Eindruck einer Gefäßerkrankung erwecken (33).

Eine andere Gruppe von Stammganglienarterien entspringt WESTBERGS Untersuchungen zufolge vom lateralen Teil der A. cerebri media. Sie beginnen mit einem bis drei Hauptästen, die parallel und nahe der

Hauptarterie in medialer Richtung verlaufen, ehe sie nach lateral abbiegen und sich etwa auf der gleichen Höhe der Carotisbifurkation verzweigen. Dieser zunächst rückwärts gerichtete Verlauf der Hauptäste erweckt im Arteriogramm oft den Eindruck, als entsprängen die einzelnen Verzweigungen direkt von der mittleren Hirnarterie, da der Hauptstamm der Gangliengefäße oft hinter der A. cerebri media verborgen bleibt. Die Stammgangliengefäße werden in den Büchern der Neuroradiologie sehr wenig einheitlich angegeben. Häufig gliedert man sie in eine mediale und eine laterale Gruppe, die von der A. cerebri media entspringen (34). Es ist notwendig, für eine richtige angiographische Betrachtung dieser Gefäßgruppen das anatomische Bild ihres Eintritts in die Hirnsubstanz vor Augen zu haben. SHELLSHEAR zeigt, daß die Durchbohrungen am medialen Teil der Substantia perforata anterior durch ein Vas recurrens aus der A. cerebri ant. hervorgerufen werden. Allein die lateralen Durchbohrungen der Substantia perforata ant. sind verursacht durch Äste aus der mittleren Hirnarterie.

Die gewöhnlich "mittlere Aa. lenticulostriatae" genannten Gefäße bestehen hauptsächlich aus Ästen der Heubnerschen Arterie. Die "lateralen Aa. lenticulostriatae" entstehen dagegen aus der mittleren Hirnarterie. Unter günstigen Bedingungen kann man lateral von diesen noch Claustrumarterien im Angiogramm erkennen, wie sie von SHELLSHEAR beschrieben und von WESTBERG gefunden wurden. WESTBERG deutet auf einen Balancestatus in der Verteilung von Ästen zwischen der Heubnerschen Arterie und Stammganglienästen aus der mittleren Hirnarterie hin, demzufolge eine der beiden genannten Ursprungsgefäße je nach seiner Größe eine größere oder kleinere Zahl von perforierenden Ästen abgibt. In den ap-Bildern liegen die Äste der Heubnerschen Arterie mehr medial, im Gegensatz zu den mehr lateral liegenden Ästen der A. cerebri media (34).

Die Aa. lenticulostriatae sind nur auf ap-Aufnahmen zu erkennen. Auf Profilaufnahmen sind sie infolge der Überlagerung durch Inselgefäße und Äste der mittleren Hirnarterie nicht zu beurteilen (31). Durch Schrägaufnahmen ist es möglich, die Stammganglienarterien zwischen

den Aa. cerebri ant. und media deutlich erscheinen zu lassen. (15). KRAYENBÜHL weist darauf hin, daß bei hypoplastischer Anlage der vorderen Hirnarterien die Stammganglienäste besonders kräftig ausgebildet sind.

3) Klinisch-diagnostische Bedeutung der Stammganglienarterien

Die konstante Lage der Aa. lenticulostriatae im ap-Bild des Carotisangiogramms zwischen vorderer Hirnarterie und Inselgefäßen verleiht diesen Arterien die Bedeutung einer Gefäßachse, die ebenso wichtig ist wie die Gefäßachse der A. cerebri ant. bzw. der A. pericallosa in der Medianlinie. (31). Es ist deshalb von einigen Autoren (ANDERSEN; WESTBERG; SALAMON et al.) versucht worden, die Stammganglienarterien im angiographischen Bild der Carotisaufzweigungen topometrisch zu erfassen, um einen meßbaren Anhalt für ihre Verlagerung unter pathologischen Bedingungen zu bekommen. Bevor auf die Lageveränderungen der Aa. lenticulostriatae bei bestimmten intrazerebralen Erkrankungen eingegangen wird, sollen die von den oben genannten Autoren angegebenen Meßmethoden beschrieben werden.

a) Meßmethoden zur Erfassung von Lageabweichungen der Stammganglienarterien

ANDERSEN untersucht im ap-Bild die Entfernungen von der Medianlinie des Schädels zum äußersten Punkt an der Konvexität der Kurve der am meisten medial und der am meisten lateral gelegenen Aa. lenticulostriatae aus dem Arterienfächer. Von diesen Punkten, sowie von den entsprechenden Fußpunkten der jeweiligen Stammganglienäste an ihrem Ursprung von der mittleren Hirnarterie nimmt er an, daß sie die festesten und verläßlichsten sind, unveränderlich durch eine Kippung des Schädels in der sagittalen Ebene. Im Normalfall sind hierzu vier bis fünf Gefäße klar zu beurteilen. ANDERSEN weist auf die Bedeutung dieser Maße sowie auf ihre charakteristischen Veränderungen bei atrophischen und raumfordernden Prozessen hin (15).

WESTBERG findet, daß der Abstand von der im Arterienfächer am meisten medial gelegenen Stammganglienarterie zur Medianlinie schwer zu ermitteln ist, weil die Gruppe der Aa. lenticulostriatae zur Mitte hin allmählich an Größe verliert. Die am meisten lateral gelegenen Gefäße aus dieser Gruppe haben sich dagegen als besserer Bezugspunkt erwiesen. WESTBERG bezeichnet die Entfernung zwischen der äußersten Stammganglienarterie und der Medianlinie

als Stammgangliengefäßabstand (34).

Aufgrund der angiographischen Studie von SALAMON et al. ist der Stammgangliengefäßabstand (34) im Normalfall genau gleich groß wie die ebenfalls im ap-Bild zu messende Entfernung zwischen der Tabula interna der fronto-parietalen Schädelkalotte und den am tiefsten nach medial reichenden Inselgefäßen. Dieser Abstand wurde in ähnlicher Weise beim "angiographic sylvian point" (CHASE-TAVERAS) (zit. bei KRAYENBÜHL und YASARGIL) erwähnt. Ein Vergleich der Abstände zwischen der Medianlinie und den am weitesten nach lateral reichenden Stammganglienarterien sowie zwischen der Tabula interna und den am tiefsten nach medial verlaufenden Inselarterien erlaubt Aussagen über Lageveränderungen der Aa. lenticulostriatae und der Inselarterien bei raumfordernden Prozessen im Bereich der äußeren und inneren Kapsel sowie der Stammganglien selbst (31).

b) Veränderungen des angiographischen Bildes der Stammganglienarterien durch krankhafte Prozesse im Schädelinnern

ba) Raumfordernde Prozesse

Die relativ konstante Lage der Stammganglienarterien im Frontalbild des Carotisangiogramms läßt es naheliegend erscheinen, daß sogar kleine raumfordernde Prozesse in der Region der Aa. lenticulostriatae diese Arterien in diagnostisch brauchbarer Weise betreffen werden. Andererseits kommt es häufig vor, daß ein überraschend großer Tumor nur uncharakteristische Verlagerungen an den oberflächlichen Hirngefäßen hervorruft.

Noch vor wenigen Jahren wurde die angiographische Diagnose intrazerebraler Hämatome nur aufgrund von Lageveränderungen an den großen oberflächlichen Hirngefäßen gestellt. Dies ist nach ANDERSEN der Grund dafür, daß in manchen Statistiken 20-25% der Fälle mit zerebraler Apoplexie ein normales Angiogramm hatten. Von der alleinigen Beurteilung der großen Hirngefäße her gesehen, handelt es sich um "stille Angiogramme" (16). So wird es verständlich, weshalb LÖFGREN bei kleinen intrazerebralen Blutergüssen und bei großen perforierenden Hämatomen ein normales angiographisches Gefäßbild angibt. Die Aa. lenticulostriatae sind nicht erwähnt.

Anhand einer Studie über 96 ausgesuchte Fälle, deren Angiographie keine oder nur geringe Verlagerungen der oberflächlichen Gefäße aufweist, zeigt

ANDERSEN, daß die oberflächlichen Gefäße von geringem diagnostischem Wert sind, sobald das Hämatom in das Ventrikelsystem perforiert ist. In diesen Fällen sind die tiefen, in der Nachbarschaft des Blutergusses liegenden, feinen Arterien manchmal beträchtlich verlagert. Die diagnostische Bedeutung der Aa. lenticulostriatae bei der Lokalisation intrazerebraler Hämatome ist am größten bei kleinen Hämatomen in den zentralen Teilen der Hemisphären, ferner bei perforierenden Hämatomen (16).

SALAMON et al. weisen darauf hin, daß intrazerebrale Hämatome, deren Prädilektionsstellen die Capsula interna und externa sowie die Nuclei lentiformes sind, beinahe regelmäßig zu Lage- und Verlaufsänderungen in der Gruppe der Aa. lenticulostriatae führen. In solchen Fällen finden wir bei der Beurteilung der Stammgangliengefäße einige typische Anomalien (16); (31): Das charakteristische S in der Gefäßkrümmung ist durch Streckung aufgehoben. Die knieförmige Übergangsstelle vom Ursprungssegment zum kranialen Segment ist angehoben. Statt der normalerweise fünf bis sieben sichtbaren Gefäßstämme erkennt man eine geringere Anzahl schlechter gefüllter Arterien. Die Abdrängung der Stammgangliengefäße aus ihrer sonst konstanten Gefäßachse ist der wichtigste Gesichtspunkt in der angiographischen Diagnostik dieser Arterien. Normalerweise hat das zweite Segment der Aa. lenticulostriatae einen zu den Inselgefäßen fast parallelen Verlauf. Am häufigsten werden die Stammganglienarterien durch ein vom Niveau der Pars externa des Nucleus lentiformis oder von der Capsula externa ausgehendes Hämatom nach medial verdrängt. Nimmt das Hämatom seinen Ausgang im Pallidum oder in der Capsula interna, so erfolgt eine Verlagerung der zentralen Arterien nach lateral. Im ap-Bild scheinen die äußersten Stammganglienäste dann die Aa. insulares zu berühren. Diese Lageabweichungen haben eine noch größere Aussagekraft, wenn sich die übrigen Arterienachsen in der ursprünglichen Normallage befinden (31).

WESTBERG teilt diese, besonders von ANDERSEN bezüglich der in das Ventrikelsystem perforierenden Hämatome geäußerte Ansicht nicht in vollem Umfang. Bei kleinen intrazerebralen Blutungen liegt zwar die A. pericallosa meist noch in der Medianlinie, doch neben den oben geschilderten Veränderungen des Stammgangliengefäßverlaufs zeigen die mittleren Hirnarterien ebenfalls eine verstärkte Lateralverschiebung in Richtung der Kalotte sowie eine Verlängerung ihres Verlaufs (34).

Hinsichtlich der Diagnostik raumfordernder Prozesse spielen die Verlaufsveränderungen der Aa. lenticulostriatae nicht bloß eine Rolle bei intrazerebralen Hämatomen sondern auch bei einer Reihe von Hirntumoren mit verschiedener Lokalisation:

Ein in den Stammganglien entstandener Tumor, der noch keine besondere Größe erreicht hat, kann als einziges angiographisches Zeichen eine Deformierung und Seitenverlagerung der Stammganglienarterien hervorrufen, ohne Verlagerungszeichen an den größeren Gefäßen.

Ein Größerwerden des Abstandes zwischen der Sylvischen Gefäßgruppe und den Stammgangliengefäßen ist bei infiltrierend wachsenden temporalen und zentralen Tumoren gewöhnlich ein Zeichen dafür, daß der Tumor sowohl in temporaler als in zentraler Richtung in den Stammganglien vorwächst. Das Anwachsen dieses Abstandes kann jedoch in ähnlicher Weise als Seitenphänomen bei lateraler Herniation der Großhirnhemishären unter der Falx in Fällen von großen frontalen und occipitalen Prozessen beobachtet werden.

Sind sowohl die Sylvischen Gefäße als auch die Stammgangliengefäße nach medial verlagert und ist der Abstand zwischen beiden Gefäßgruppen nicht vergrößert sondern eher verringert, so ist der Verdacht auf einen lateral gelegenen extrazerebralen Prozeß, z. B. ein Hygrom, gegeben. Ein parietal liegender Prozeß, der sich nach medial ausdehnt, komprimiert die Aa. lenticulostriatae und verlagert sie nach basal und medial.

In stark vascularisierten Tumoren werden die Stammgangliengefäße in dem Maße erweitert, wie der Tumor in die zentralen und basalen Teile des Gehirns infilitrierend hineinwächst. So kann die Dilatation der Heubnerschen Arterie unter Umständen ein Zeichen dafür sein, daß der Tumor auch in den rostralen Teil der Stammganglien und der Capsula interna einwächst (34).

Tumoren im Thalamusbereich verursachen im ap-Bild neben einer Seitwärtsverlagerung der A. chorioidea ant. eine Verschiebung der Stammganglienarterien nach kaudal und lateral mit einer Streckung ihrer normalerweise S-förmigen Krümmung (30).

bb) Erweiterung der Seitenventrikel

WESTBERG nahm an 72 Hemisphären menschlicher Großhirne Messungen des Stammgangliengefäßabstandes vor, nachdem vorher die Größe der

Seitenventrikel durch Pneumoencephalographie bestimmt worden war. Er fand, daß es eine genaue Beziehung gibt zwischen Ventrikelgröße und Stammgangliengefäßabstand: Der Stammgangliengefäßabstand stimmt am besten überein mit dem größten transversalen Durchmesser des Seitenventrikelvorderhorns (34).

bc) Gefäßerkrankungen

Die Verlaufsbeurteilung der Stammganglienarterien selbst hat bei Gefäßerkrankungen nach Art eines arteriellen Aneurysmas nicht die Bedeutung wie bei raumfordernden Prozessen. In ganz anderem Maße muß bei der angiographischen Darstellung beispielsweise eines Mediaaneurysmas auf den verschiedenartigen Ursprung der äußersten Aa. lenticulostriatae von der A. cerebri media geachtet werden.

Mediaaneurysmen liegen meistens an der Aufteilungsstelle der mittleren Hirnarterie in ihre beiden Hauptäste, die zur Insel weiterlaufen. Wir haben weiter oben bereits auf den von JAIN und KAPLAN dargestellten Zusammenhang zwischen den Aufteilungsvariationen der A. cerebri media und dem sich daraus ergebenden verschiedenen Ursprung der äußersten Aa. lenticulostriatae hingewiesen.

Die Gefahr, bei einer Aneurysmenoperation diese Gefäße zu verletzen oder mit zu unterbinden, ist am größten, wenn die Stammganglienarterien entweder vom Stamm oder von der Teilungsstelle der A. cerebri media entspringen, also in der Nähe des Aneurysmas. Weniger gefährlich ist die Operation, wenn die Aa. lenticulostriatae laterales von einem der Hauptäste nach der Mediaaufteilung entspringen. In jedem Fall ist es möglich, durch eine praeoperative angiographische Lokalisation des Ursprungs der äußersten Stammgangliengefäße das Operationsrisiko zu senken (24).

IV Fragestellung

Im Anschluß an die eingehende Beschreibung der Stammganglienarterien aus der vorderen und mittleren Hirnarterie anhand von Darstellungen im anatomischen und angiographischen Schrifttum wurden einige Gesichtspunkte für die klinisch-diagnostische Beurteilung der Aa. lenticulostriatae im ap-Bild des Carotisarteriogramms aus den Arbeiten neuerer Autoren angeführt. (ANDERSEN; WESTBERG; SALAMON et al.).

Die Untersuchungen unserer Arbeit befassen sich mit der Frage, in welchem Ausmaß das normale und pathologisch veränderte Bild der Stammganglienarterien, wie wir es aus dem angiographischen Schrifttum in Einzelheiten kennen, bei einer größeren Zahl routinemäßig angefertigter, nicht besonders ausgewählter Carotisarteriogramme zu finden ist.

Weiter soll an einer daraus gesonderten Gruppe von Arteriogrammen, die für die Beurteilung der Stammgangliengefäße geeignete ap-Bilder enthält, geprüft werden, ob die bei SALAMON et al. angegebene Meßmethode zur genauen Erfassung des normalen und pathologischen Verlaufs der Aa. lenticulostriatae anwendbar ist. Die Messung der Stammganglien- und Inselgefäßabstände wird im Zusammenhang durchgeführt mit einer groben Beurteilung der großen Hirnarterien im ap-Bild. Dabei wollen wir erfahren, ob und wie häufig bei intrazerebralen Erkrankungen Verlagerungen nur an den zentralen Arterien auftreten und wie oft gleichzeitig das Verlaufsbild der großen Gefäßstämme verändert ist. Der diagnostische Aussagewert einzelner Meßergebnisse sowie gleichzeitig oder unabhängig davon erkennbarer Verlaufsanomalien im Bereich der Stammgangliengefäße und der großen Hirnarterien wird durch Kontrolle der Röntgenbefunde und Krankenblattdiagnosen festgelegt.

Nachdem wir die diagnostische Bedeutung der Aa. lenticulostriatae im Rahmen ihrer angiographischen und topometrischen Beurteilung untersucht haben, muß festgestellt werden, ob der Stammganglien- und der Inselgefäßabstand im ap-Bild des normalen Carotisangiogramms jeweils gleich groß sind, wie das SALAMON et al. in ihrer Arbeit behaupten. Die im Rahmen der Meßgenauigkeit auftretenden Differenzen zwischen

den beiden Abständen, auf die noch besonders hingewiesen wird, dürften dann ebenso wie kleinere Differenzen außerhalb der Meßgenauigkeit nicht für eine echte Verschiedenheit dieser Abstände in einem beliebigen, normalen Carotisarteriogramm sprechen. Dies ist Aufgabe einer Fehlerrechnung, in der die mittleren Fehler der Mittelwerte aus den zwei sich ergebenden Meßreihen miteinander verglichen werden.

V Untersuchungsmaterial

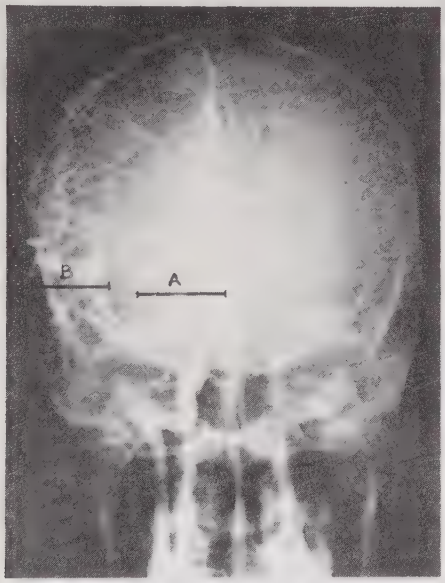
Das Untersuchungsmaterial für diese Arbeit bestand aus 1000, nicht besonders ausgewählten Carotisarteriogrammen aus dem Röntgenfilmarchiv der Chirurgischen Universitätsklinik Tübingen. Diese Arteriogramme wurden in den Jahren 1960 bis 1968 an ambulanten und stationär behandelten Patienten vorgenommen. Aus den verschiedenen Projektionen und Phasen, in denen die Arteriogramme belichtet wurden, haben wir nur die Filme untersucht, die in ap-Projektion die arterielle Phase des Angiogramms festhalten.

Ergab die Messung der Abstände und / oder die Beurteilung des angiographischen Bildes den Verdacht auf ein intrazerebrales Krankheitsgeschehen, wurden zur Erhärtung oder Widerlegung des Verdachts die röntgenologischen Befunde und die Krankenblattdiagnosen in den entsprechenden Archiven eingesehen. Die übernommenen Befunde sind in den Tabellen angegeben.

VI Methodik

Bei allen Arteriogrammen mit deutlich beurteilbaren Stammganglienarterien haben wir die von SALAMON et al. angegebene Methode zur topometrischen Untersuchung des Verlaufs dieser Gefäße unter normalen und pathologischen Verhältnissen angewandt: Im ap-Bild des Carotisarteriogramms entspricht die Entfernung zwischen der Medianlinie des Schädels und dem äußersten Punkt der Konvexität der lateralsten Stammganglien-

arterie normalerweise dem Abstand, der zwischen der Tabula interna der parieto-temporalen Kalotte und den am tiefsten nach medial reichenden Inselarterien liegt (31). Der Abstand zwischen der Medianlinie und der äußersten A. lenticulostriata sei)A(, die Entfernung zwischen Tabula interna und tiefster Inselarterie)B(genannt (siehe untenstehende Abbildung).



Für die Bestimmung des Abstandes A wurde zunächst die Medianlinie des Schädels festgelegt. Die Mittelpunkte auf der Entfernung zwischen den Tabulae internae der gegenüberliegenden Kalotten wurden auf zwei verschiedenen Höhen ermittelt und durch eine vertikale Linie, die geometrisch ermittelte Medianlinie, verbunden. In den meisten Fällen stimmte diese Linie ungefähr mit dem Verlauf der A. pericallosa überein. War jedoch der Schädel bei der Röntgenaufnahme um seine vertikale Achse verdreht, entsprach die geometrisch ermittelte Medianlinie nicht mehr der anatomischen Achse des Schädels. Ob eine solche Verdrehung des Schädels stattgefunden hatte oder nicht, erkannten wir am jeweiligen Abstand der seitlichen Orbitaränder von der Kalotte, die durch schräge Projektion dann unterschiedlich groß waren. Für diese

Fälle konnten wir die Mittellinie auch durch Verbindung der Falx cerebri mit der Crista galli ossis ethmoidalis erhalten. Beide Punkte entsprechen Konturen im Schädelinnern, die eine konstante Mittellage aufweisen und durch raumfordernde Prozesse nicht verschoben werden. Auch bei Verdrehung des Schädels nach einer Seite entspricht die so ermittelte Medianlinie der anatomischen Schädelachse, während die geometrisch feststellbare Medianlinie an der Drehung nicht teilhat, sondern auf der entgegengesetzten Seite der Drehrichtung zurückbleibt. Eine Korrektur der Medianlinie in Drehrichtung erübrigt sich durch die Ermittlung der anatomischen Achse.

Die Abweichung der geometrisch ermittelten Medianlinie von der anatomischen Achse betrug in einigen Fällen 5 mm und hatte daher einen beträchtlichen Einfluß auf die Größe des Abstandes A. Eine Verdrehung des Schädels in der vertikalen Ebene täuschte eine leichte Ausbuchtung der A. pericallosa in gleicher Richtung vor. Diese geringfügige Verlagerung der A. pericallosa war nicht leicht von einer pathologischen Verlagerung des Gefäßes zu unterscheiden.

In jedem Fall haben wir die geometrisch bestimmte Medianlinie mit der anatomischen Achse verglichen. Bei technisch nicht ganz einwandfreien Röntgenaufnahmen waren die Konturen der Falx cerebri und Crista galli so verschwommen abgebildet, daß die anatomische Achse des Schädels nur annähernd genau zu bestimmen war. In diesen Fällen mußten wir uns allein auf das geometrische Verfahren verlassen.

Die Ablesung der Entfernung A und B erfolgte nach Abgreifen mit dem Stechzirkel bis auf $\pm$ 0, 1 cm. Die größte Fehlerquelle bei der Abmessung von A lag im Meßpunkt auf der Konvexität der lateralsten Stammganglienarterie, bei B im Meßpunkt auf der Tabula interna. Die Ursachen für diese Meßungenauigkeiten werden bei der Besprechung der Beurteilbarkeit der Carotisangiogramme erwähnt.

Außer der Abmessung der Entfernungen A und B beurteilten wir den Ursprung, die ungefähre Anzahl sowie den Verlauf der Aa. lenticulostriatae, um neben etwaigen Abstandsdifferenzen auch morphologische Anhaltspunkte,

wie z. B. Streckung und Verdrängung, für eine pathologische Veränderung der Stammgangliengefäße angeben zu können. In die Beurteilung der Carotisarteriogramme wurde auch der Verlauf der großen zerebralen Gefäßstämme einbezogen. Wir beachteten die Teilungsstelle der A. carotis int. (T-Stück), den Verlauf der A. cerebri ant. und A. pericallosa sowie die Lage der mittleren Hirnarterie und der Inselgefäße im ap-Bild. Die wichtigsten Verlagerungszeichen der großen Gefäße im ap-Bild sind bei der Beschreibung ihres angiographischen Bildes schon angedeutet worden. Sie sind auch zusammen mit den Kriterien für die Stammgangliengefäßverlagerung in der Tabelle enthalten.

VII Untersuchungsergebnisse

Bevor wir die Ergebnisse der Messungen an den Stammganglienarterien angeben, wollen wir zunächst auf die allgemeine Beurteilbarkeit der Aa. lenticulostriatae im vorliegenden Untersuchungsmaterial eingehen und danach ihr angiographisches Bild in den deutlich zu beurteilenden Röntgenbildern beschreiben und mit den Darstellungen aus dem angiographischen Schrifttum vergleichen.

1) Beurteilbarkeit der Stammganglienarterien

Unter 1000 durchgesehenen Carotisarteriogrammen fanden wir 303 ap-Aufnahmen (30, 3 %), die eine deutliche Beurteilung der Stammganglienarterien zuließen. Die restlichen 697 Arteriogramme (69, 7%) wiesen in der überwiegenden Zahl technische Mängel auf, durch die die Aa. lenticulostriatae nicht ausreichend zu erkennen waren.

Bei 345 Arteriogrammen (49, 4 % aller nicht beurteilbaren Aufnahmen) waren die feinen Aa. lenticulostriatae durch Knochenstrukturen des Gesichtsschädels, in erster Linie des Orbitadaches, störend überlagert. Auf die mögliche fehlerhafte Einstellung des Zentralstrahles bei der ap-Aufnahme als Ursache hierfür wiesen wir auf Seite 23 hin. Die tatsächliche Auswirkung dieses leicht zu vermeidenden technischen Fehlers erkannten

wir daran, wie häufig er bei den durchgesehenen Arteriogrammen die Beurteilung der Stammganglienarterien verhinderte.

Fast ebenso häufig durch technische Mängel verursacht war die bei 339 Bildern (46, 6 % der nicht zu beurteilenden Arteriogramme) festzustellende mangelhafte Kontrastmittelanfärbung der Stammgangliengefäße. Entweder kamen durch die fehlende Kontrastmittelfüllung nur die Aa. lenticulostriatae nicht zur Abbildung, oder das ganze Carotisgefäßgebiet war kontrastarm und verwachsen dargestellt. Die Kontrastschwäche war darauf zurückzuführen, daß der günstigste Zeitpunkt der Filmbelichtung am Beginn der arteriellen Phase verpaßt worden war und dadurch die feinen zentralen Arterien nicht mehr gefüllt waren. Die ungenügend scharfe Darstellung aller Hirnarterien deutete auf den Übergang der arteriellen in die kapilläre Phase des Angiogramms hin. Das völlige Fehlen irgendeiner deutlich zu beurteilenden Schädel- und Gefäßstruktur beobachteten wir nur in sieben Fällen. Davon waren drei Aufnahmen verwackelt und vier weitere fehlbelichtet. In sechs Arteriographien waren die Stammgangliengefäße durch andere Hirngefäße verdeckt, teils durch eine sehr kräftig ausgebildete A. chorioidea ant. ohne Verlagerungszeichen im Gefäßbild, teils durch eine erhebliche Verschiebung der Inselgefäße in Richtung der Stammgangliengefäße.

2) Angiographisches Bild der Stammganglienarterien

Die überwiegende Zahl der Arteriogramme mit deutlicher Gefäßdarstellung zeigte das charakteristische Bild der Aa. lenticulostriatae, wie es anhand des angiographischen Schrifttums (31); (33); (34) bereits eingehend beschrieben wurde (vgl. III, 2): Meistens war eine Reihe von vier bis sechs nebeneinander entspringenden Stammganglienarterien zu erkennen. Davon waren die am meisten lateral im ap-Bild liegenden Gefäße am besten mit Kontrastmittel gefüllt. In elf Arteriogrammen sahen wir, daß die Stammganglienarterien aus ein bis zwei Hauptstämmen hervorgingen, die aus der A. cerebri media entsprangen. Es konnte für alle diese Gefäße nicht eindeutig festgelegt werden, als welchem Abschnitt der mittleren Hirnarterie sie entstanden. Wir beziehen uns hierbei auf WESTBERGS ver-

gleichende anatomisch-angiographische Darstellung, die wir oben (s. Seite 28) erwähnt haben: Das Ursprungssegment der Aa. lenticulostriatae ist infolge seines nach medial gerichteten, häufig im Niveau des Mediahauptstammes liegenden Verlaufs im angiographischen Bild schwer zu erkennen. Ebenso war es uns nicht möglich, eine eindeutige Zuordnung der weiter medial im ap-Bild liegenden Stammgangliengefäße zur vorderen Hirnarterie zu treffen, zumal wir keine deutliche angiographische Abbildung der Heubnerschen Arterie fanden. Außerdem war die Beurteilung der medial liegenden Stammganglienarterien durch eine ungenügende Kontrastmittelfüllung erschwert. Stammgangliengefäße, die ihren Ursprung auf dem präkommunikalen Abschnitt der vorderen Hirnarterie hatten, konnten wir nicht erkennen.

Auf wenigen Bildern erkannten wir lateral von den äußersten, in diesen Fällen besonders deutlich dargestellten Stammganglienarterien, sehr feine Äste mit einem annähernd vertikalen Verlauf, die ihren Ursprung von einer der Aufzweigungen der A. cerebri media nahmen. Es könnte sich hierbei um Claustrumarterien (32); (34) gehandelt haben. Eine genauere Beschreibung war wegen der schwachen Darstellung nicht möglich.

In zwei besonderen Fällen (s. obige Abbildung) entsprangen deutlich sichtbare Stammganglienarterien von einem der Hauptäste, die aus der Mediabifurkation hervorgingen (vgl. Seite 34). Da diese Arterien von allen Stammganglienarterien am besten mit Kontrastmittel gefüllt waren, müssen es Gefäße aus der lateralen Gruppe der Aa. lenticulostriatae gewesen sein. In den übrigen Fällen lag der Ursprung der äußeren Stammganglienarterien auf dem Stamm der mittleren Hirarterie, soweit dies im angiographischen Bild beurteilt werden konnte.

3) Schwierigkeiten bei der Beurteilung des angiographischen Bildes und deren Einfluß auf die Genauigkeit der vorgenommenen Messungen

Die Erkennung und Differenzierung von Ursprung, Zahl und Verlauf der Aa. lenticulostriatae stieß besonders dann auf Schwierigkeiten, wenn die A. chorioidea ant. ein den Stammgangliengefäßen etwa gleiches Kaliber aufwies und ihr Ursprungsteil aus der A. carotis interna vom Kontraststreifen dieser Arterie im ap-Bild überlagert wurde bzw. durch eine hochgelagerte Carotisbifurkation verdeckt war. Dabei durften die einzelnen Aufzeigungen der A. chorioidea ant. nicht mit Stammgangliengefäßen aus der vorderen Hirnarterie verwechselt werden. Man kann sich die Unterscheidung dadurch erleichtern, daß man den Gesamtverlauf der A. chorioidea ant. berücksichtigt, welcher nur einen Bogen mit nach lateral gerichteter Konkavität besitzt und nicht die charakteristische Doppelkrümmung der Stammganglienarterien aufweist.

Bei kontrastreichen ap-Bildern war es nicht besonders schwer, die zur Abmessung der Entfernungen A und B erforderlichen Punkte zu erkennen. Die Abmessung konnte nur bis auf eine Genauigkeit von $\pm$ 0, 1 cm vorgenommen werden. Die Gründe für die Meßungenauigkeiten beim Abstand A waren folgende: Die Gefäßkonturen der äußersten, wenngleich am besten mit Kontrastmittel gefüllten Aa. lenticulostriatae waren häufig durch Aufhellungen im Röntgenbild an dieser Stelle oder durch Überlagerung anderer Gefäßstrukturen, meist aus der Gruppe der Inselarterien, verschwommen. Wie in den beigefügten Bildern zu erkennen ist, nimmt die Kontrastschärfe der Knochenstrukturen, insbesondere der Schädelkalotte, nach

lateral hin ab. Das beruht bei den von uns beurteilten ap-Bildern auf einer nach außen zunehmenden Verdunkelung des Röntgenbildes. Hierunter litt die Genauigkeit bei der Ermittlung der geometrischen Medianlinie.

Auf die Genauigkeit bei der Messung des Abstandes B wirkte sich die Unschärfe der Tabula interna besonders nachteilig aus. Für die Festlegung eines Punktes auf der Tabula interna ist zu bemerken, daß die Umkehrpunkte der feinen corticalen Gefäßschlingen im Bereich der Insel normalerweise die Nähe der Kalotte anzeigen, mit Ausnahme der Fälle, wo in diesem Hirnbereich extrazerebrale raumfordernde Prozesse vorliegen. Die Annahme des Meßpunktes auf der am weitesten nach medial reichenden Inselarterie war infolge ihrer meist deutlichen Darstellung weniger an der Ungenauigkeit bei der Messung des Abstandes B beteiligt als der entsprechende Punkt auf der äußersten Stammganglienarterie bei der Messung des Abstandes A.

4) Auswertung der Untersuchungen an den Stammganglienarterien im Zusammenhang mit der Beurteilung der großen Hirnarterien im ap-Bild

Bei 212 Röntgenbildern (69, 9 % aller beurteilbaren Arteriogramme) ergab die Messung der Abstände A und B gleiche Werte. In diesen Fällen zeigten weder die Stammganglienarterien noch die großen Hirnarterien im ap-Bild deutliche Verlaufsanomalien als etwaigen Hinweis auf einen intrazerebralen Krankheitsprozeß.

Bei den verbleibenden 91 Arteriogrammen (30, 1 % der beurteilbaren Bilder) fanden wir verschiedene Abweichungen vom normalen Gefäßbild, die den Verdacht auf einen intrazerebralen Krankheitsherd erweckten.
Die bei diesen 91 Arteriogrammen in jeweils unterschiedlichem Zusammenhang anzutreffenden Abweichungen vom normalen angiographischen Bild (Meßdifferenzen zwischen den Abständen A und B, Verlagerung der Stammganglienarterien und der großen Hirnarterien) werden in mehreren tabellarisch geordneten Gruppen zahlenmäßig erfaßt. Durch Kontrolle der Röntgenbefunde wird zugleich untersucht, ob sich der Verdacht auf eine intrazerebrale Erkrankung bestätigte (4a) (s. dazu auch den tabellarischen Anhang).

Anschließend sollen in einer zusammenfassenden Betrachtung aller Fälle mit röntgenologisch bestätigtem Verdacht auf einen intrazerebralen Krankheitsprozeß Art und Ausmaß der zugehörigen Lageveränderungen im Bereich der Stammganglienarterien untersucht werden (4b).

a) Zahlenmäßige Erfassung verschiedener im ap-Bild gefundener Abweichungen vom normalen Carotisangiogramm

Meßdifferenz zwischen A/B	Pathologische Verlagerung der Stamm-ganglienarterien	Verlauf der großen Hirnarterien	Bestätigung des Verdachts auf intrazerebralen Krankheitsprozeß
9 Fälle (vgl. Tabelle I) (9, 8 % der Arteriogramme mit einer Normabweichung im ap-Bild):			
nicht feststellbar	in 5 Bildern zu erkennen	in allen 9 Bildern pathologisch verändert: A. cerebri ant. in 4 Bildern, A. pericallosa in 7 Bildern, A. cerebri med. in 5 Bildern	in allen 9 Fällen

82 Fälle (vgl. Tabelle II a-e) (90, 1 % der Arteriogramme mit einer Normabweichung im ap-Bild): Differenzen zwischen den Meßwerten für die Abstände A und B, größer als 0, 2 cm (s. Seite 42), in folgendem Zusammenhang mit anderen, zugleich gefundenen Normabweichungen:

Meßdifferenz zwischen A/B	Pathologische Verlagerung der Stamm-ganglienarterien	Verlauf der großen Hirnarterien	Bestätigung des Verdachts auf intrazerebralen Krankheitsprozeß
11 Fälle (vgl. Tabelle II a) (13, 4 % der Arteriogramme mit einer Meßdifferenz zwischen A und B):			
in allen Bildern feststellbar	in 5 Bildern zu erkennen	A. pericallosa annähernd median, A. cerebri media unauffällig	nur in 7 Fällen

Meßdifferenz zwischen A/B	Pathologische Verlagerung der Stammganglien-arterien	Verlauf der großen Hirnarterien	Bestätigung des Verdachts auf intrazerebralen Krankheitsprozeß
5 Fälle (vgl. Tabelle II b) (6, 0 % der Arteriogramme mit A≠B):			
s. o.	in 2 Bildern zu erkennen	A. pericallosa annähernd median, A. cerebri media pathologisch verändert	in allen 5 Fällen
51 Fälle (vgl. Tabelle II c) (62, 1 % der Arteriogramme mit A≠B):			
s. o.	in 36 Bildern zu erkennen	A. pericallosa mäßig bis stark zur Gegenseite verschoben	in 49 Fällen, in 1 Fall keine klin. Befunde vorliegend
9 Fälle (vgl. Tabelle II d) (10, 9 % der Arteriogramme mit A≠B):			
s. o.	in 7 Bildern zu erkennen	A. pericallosa mäßig bis stark auf die Seite des dargestellten Carotisgefäßgebietes verschoben	in allen 9 Fällen
6 Fälle (vgl. Tabelle II e) (7, 3 % der Arteriogramme mit A≠B):			
s. o.	in allen 6 Bildern zu erkennen	A. pericallosa gespannt median verlaufend	in allen 6 Fällen

Aus dieser Zusammenstellung geht folgendes hervor:

Von 82 Arteriogrammen mit einer meßbaren Abstandsdifferenz war in 56 Bildern zusätzlich der Verlauf der Stammganglienarterien sichtbar pathologisch verändert, in 20 Bildern waren gleichzeitig nur die großen Hirnarterien aus ihrer normalen Lage verschoben, in 6 Bildern (Tab. II a) stellten wir als einzige Normabweichung im ap-Bild eine Abstandsdifferenz zwischen A und B fest. Von 9 Arteriogrammen, in denen Meßdifferenzen zwischen A und B nicht festzustellen waren, zeigten die Stammganglienarterien in 5 Bildern deutliche Verlaufsanomalien (Tab. I).

Von der alleinigen Beurteilung des ap-Bildes aus gesehen, bestand unser Verdacht auf einen intrazerebralen Krankheitsprozeß in 11 Fällen (Tab. II a) nur aufgrund der im Bereich der Stammganglienarterien festgestellten Normabweichungen. Diese in 7 Fällen durch Befundkontrolle bestätigte Annahme beruhte auf röntgenologischer Seite in 6 Fällen auf dem pathologischen Verlauf einzelner Hirngefäße in Profilbild, in 1 Fall auf der Beurteilung des gegenüberliegenden Carotisangiogramms. In den verbleibenden 79 Fällen mit bestätigtem Verdacht auf eine intrazerebrale Erkrankung waren im ap-Bild die großen Hirngefäße so deutlich aus ihrer normalen Lage verschoben, daß die Erkennung ihrer Lageabweichung allein Anlaß genug für den Verdacht auf einen Krankheitsprozeß gegeben hätte.

Wenn es sich nur darum handelt, die Frage nach dem Vorliegen eines vermuteten Krankheitsherdes durch Angiographie negativ oder positiv zu beantworten, darf der diagnostische Wert der Stammganglienarterien nicht überschätzt werden, zumal sich die Aussagekraft der Carotisangiographie, wie wir bei den erstgenannten 7 Fällen sahen, nicht auf das ap-Bild beschränkt.

b) Über das Ausmaß der Lageveränderungen im Bereich der Stammganglienarterien bei bestimmten intrazerebralen Krankheitsprozessen

Wird vom ap-Bild des Carotisangiogramms eine genauere Aussage über Lage und Ausdehnungsrichtung eines vermuteten raumfordernden Prozesses erwartet als sie allein anhand des Verlaufs der großen Hirnarterien gemacht werden kann, dann erhält die eingehende Beurteilung der Stammganglienarterien eine Bedeutung, die über den diagnostischen Wert dieser Gefäße zur Erkennung einer intrazerebralen Erkrankung hinausgeht (s. Seite 45).

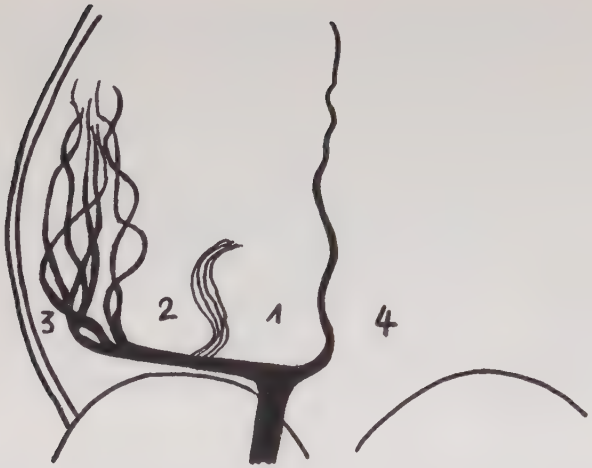
Ein großer Teil der 86 Arteriogramme, bei denen die Annahme pathologischer Gefäßveränderungen durch den röntgenologischen Befund gestützt wurde, läßt zwischen der Art der Lageveränderungen im Bereich der Stammganglienarterien und der vermuteten Lokalisation und Ausdehnungsrichtung verschiedener raumfordernder Prozesse Beziehungen erkennen, aus denen sich eine Verlagerungssymptomatik der Aa. lenticulostriatae

herleiten läßt. Die Zusammenhänge zwischen den Meßwerten für die Abstände A und B, der Verschiebung und Deformierung der Aa. lenticulostriatae sowie den Verlaufsanomalien im Bereich der großen Hirnarterien sind für einzelne Fälle dem tabellarischen Anhang zu entnehmen.

Wir wollen hier, soweit es die Eigenart der untersuchten Krankheitsbilder zuläßt, versuchen, einige übergeordnete Gesichtspunkte für die bei verschieden lokalisierten intrazerebralen Erkrankungen zu erwartenden Lageveränderungen an den Stammganglienarterien zu finden. Diese Ausführungen wiederholen zum Teil das, was WESTBERG in seiner Arbeit über die angiographischen Veränderungen der Aa. lenticulostriatae bei verschiedenen Hirntumoren mitgeteilt hat.

Ein zwischen A. pericallosa (median) und Aa. lenticulostriatae (lateral) gelegener raumfordernder Prozeß (1 s. Skizze) führt bei seiner Größenzunahme zu einer Auseinanderdrängung der genannten Gefäßachsen, so daß sich der dazwischenliegende Abstand vergrößert. Im ap-Bild sind folgende Abweichungen vom normalen Verlauf der Arterien zu erwarten:

Die Gruppe der Aa. lenticulostriatae erfährt durch die nach temporal gerichtete Expansion des Tumors eine Verlagerung nach lateral mit einer Streckung ihres Gesamtverlaufs. Der Abstand der äußersten Stammganglienarterie von der Medianlinie (A) wird gegenüber dem Abstand der am weitesten nach medial reichenden Inselarterie von der Tabula interna (B) vergrößert. Die A. pericallosa wird als Folge einer gleichzeitig zentral gerichteten Größenzunahme des Krankheitsherdes aus ihrer Mittellage zur Gegenseite verschoben. In einem Teil der Fälle kann jedoch bei deutlicher Verschiebung der Stammganglienarterien ein noch annähernd medianer Verlauf der A. pericallosa beobachtet werden. Diesbezügliche Befunde konnten wir in den Arteriogrammen von 8 Fällen mit folgender röntgenologischer Verdachtsdiagnose erheben: Hirnmetastase (1) sowie zentral (2), frontal (1), supraselläl (1), frontomedian (1), frontoparietal (1) und parietooccipital (1) gelegener raumfordernder Prozeß.



Grobschematisierte Skizze des ap-Bildes (vgl. Text).

Eine Massenverschiebung im Gehirn durch expansive Prozesse in der gegenüberliegenden Hemisphäre (4 s. Skizze) bewirkt eine ähnliche Verlagerung der Stammganglienarterien wie sie soeben für homolaterale Tumoren zwischen A. pericallosa und Aa. lenticulostriatae (1) erwähnt wurde (Streckung und Lateralverschiebung). Die Verdrängung der A. pericallosa aus ihrer Mittellage zur Seite des dargestellten Carotisgefäßgebietes ist dann mitunter ein leicht zu erkennendes Zeichen dafür, daß ein raumfordernder Krankheitsprozeß auf der Gegenseite anzunehmen ist (s. Seite 25). Diesbezügliche Befunde konnten wir in den Arteriogrammen von 6 Fällen mit folgender röntgenologischer Verdachtsdiagnose erheben: Subdurales Hämatom, epidurales Hämatom, Contusio cerebri sowie frontotemporal, temporal und parietal gelegener raumfordernder Prozeß auf der Gegenseite.

In einigen Arteriogrammen konnte neben den bereits erwähnten Veränderungen im Gebiet der Stammganglienarterien eine Spreizung des normalerweise eng benachbarten Verlaufs der einzelnen Arterien beobachtet werden. Diese Deformierung mag ein Hinweis dafür sein, daß das Verzweigungsgebiet der Aa. lenticulostriatae durch Tumorgewebe infiltriert ist oder daß ein Hirnödem die Gefäße auseinandergedrängt hat. Die Auseinander-

spreizung der Stammgangliengefäßgruppe war in den Arteriogrammen von 12 Fällen mit folgender röntgenologischer Verdachtsdiagnose zu sehen: Hirnmetastase, subdurales Hämatom sowie zentral (2), temporal (2), frontal (1), frontoparietal (1), frontozentral (2) und parietooccipital (1) gelegener raumfordernder Prozeß. Zu 1 Fall fehlten die klinischen Befunde.

Den Verlagerungsvorgängen als Folge eines zwischen Stammganglienarterien und A. pericallosa (1) gelegenen Krankheitsherdes vergleichbar sind Verdrängungssymptome durch Tumoren, die im Bereich zwischen den Aa. lenticulostriatae (medial) und der Sylvischen Gefäßgruppe (lateral) lokalisiert sind (2 s. Skizze). Durch einen in zentrale und temporale Richtung gehenden Ausdehnungsprozeß wird der Abstand zwischen den beiden Arteriengruppen vergrößert. Infolge des Tumorwachstums in zentrale Richtung werden die Stammganglienarterien nach medial verschoben, ihre charakteristische Krümmung kann durch Streckung aufgehoben sein. Der Stammgangliengefäßabstand (A) wird gegenüber dem Inselgefäßabstand (B) verringert. Bei sehr stark ausgedehnten Prozessen in diesem Bereich wird über die Verschiebung der Aa. lenticulostriatae hinaus auch die A. pericallosa zur Gegenseite verlagert. Bei gleichzeitig temporal gerichtetem Wachstum werden die Endaufzweigungen der mittleren Hirnarterie im Gebiet der Insel der Kalotte genähert. Der Verlauf der A. cerebri media ist dabei in einigen Bildern zusätzlich gestreckt.

Geht die Ausdehnung der Tumors in beide Richtungen gleichzeitig vor sich, so ist es möglich, daß infolge der gleichmäßigen Verkleinerung der Gefäßabstände von ihren Bezugspunkten die Messung für A und B gleich große Werte ergibt. Solche Meßergebnisse müssen als Zufall betrachtet werden. Sie können nicht über das Vorliegen eines Krankheitsherdes hinwegtäuschen, wenn zugleich die Arterien im ap-Bild pathologisch verlaufen. Unter Umständen deuten sehr kleine Meßwerte für beide Abstände auf eine in temporale und zentrale Richtung erfolgende Expansion hin (vgl. Tabelle I Nr. 384246).

Diesbezügliche Befunde konnten wir in den Arteriogrammen von 40 Fällen mit folgender röntgenologischer Verdachtsdiagnose erheben: Contusio

cerebri (1), Hirntumoren (1), Hämatom (1), Hirnödem (2), Hirnabszeß (1) sowie zentral (6), temporal (7), parietal (3), frontal (3), frontozentral (2), frontoparietal (2), temporobasal (3), parietooccipital (2), parietotemporal (3), temporooccipital (1) und temporomedial (1) gelegener raumfordernder Prozeß. Zu 1 Fall fehlten die klinischen Befunde.

In peripheren Hirnbereichen gelegene Tumoren und extrazerebrale Hämatome (3 s. Skizze) bewirken eine Verschiebung der Aa. lenticulostriatae sowie häufig auch der A. pericallosa im gleichen Sinne, wie es soeben für intrazerebrale Tumoren im Gebiete zwischen Sylvischer Gefäßgruppe und Stammganglienarterien dargestellt wurde. Im Unterschied dazu ist meist eine zusätzliche Abhebung der Inselgefäße von der Kalotte sowie eine Verlagerung der A. cerebri media in kraniale oder kaudale Richtung zu beobachten. Diesbezügliche Befunde konnten wir in den Arteriogrammen von 12 Fällen mit folgender röntgenologischer Verdachtsdiagnose erheben: Subdurales Hämatom-parietal und temporal (5), Hirnabszeß-parietal (2), Contusio cerebri (1), Tumoren-temporal und temporobasal (3) und Hämangiom-parietal (1).

Besondere angiographische Befunde können bei der Erweiterung der Hirnventrikel als Folge eines erhöhten Liquordruckes (Hydrozephalus internus) erwartet werden.

Der in 7 Fällen bestätigte Verdacht auf einen Hydrozephalus internus beruhte röntgenologisch auf dem ausgeweiteten, gespannt bogenförmigen Verlauf der A. pericallosa im Profilbild. Die gespannt mediane Lage der A. pericallosa im ap-Bild ist ebenfalls ein Zeichen für einen bestehenden Liquorstau (s. Seite 25). Diese Veränderungen im Verlaufsbild der A. pericallosa deuten vor allem auf die Erweiterung des 3. Ventrikels hin. Die Vergrößerung der beiden Seitenventrikel bewirkt mit Ausnahme extrem vergrößerter Liquorräume zunächst keine angiographisch sichtbaren Veränderungen am Verlauf der übrigen großen Hirnarterien (z. B. der A. cerebri media).

Die bei 7 Fällen erhobenen Befunde im Gebiet der Aa. lenticulostriatae können als angiographische Symptome für die hydrozephal erweiterten Seitenventrikel gewertet werden: Die Stammganglienarterien waren in allen

Bildern nach lateral verschoben und erschienen deutlich gestreckt. Übereinstimmend damit besaß der Stammgangliengefäßabstand (A) vergrößerte Werte gegenüber dem unveränderten Inselgefäßabstand (B). Die von WESTBERG angegebene Korrelation zwischen Seitenventrikelgröße und Stammgangliengefäßabstand wird hierdurch bestätigt.

Die Gefäßachse der Aa. lenticulostriatae zeigte in einem Teil der soeben dargestellten Fälle nur eine leichte Lateralverschiebung aus der Normallage. Bei einem Teil der schon weiter oben besprochenen Arteriogramme mit festgestellten Meßdifferenzen waren im Verlaufsbild dieser Arterien Normabweichungen nur undeutlich oder gar nicht sichtbar. Die Messung der bekannten Gefäßabstände im ap-Bild ist daher eine brauchbare Methode, mit der auch unscheinbare Lageabweichungen im Verlauf der Stammganglienarterien genau erfaßt werden können.

Aus dieser Zusammenfassung erkennen wir, daß eine genaue Untersuchung der Aa. lenticulostriatae im ap-Bild, neben die Beurteilung der Hauptarterienstämme gestellt, zur Vervollkommnung der angiographischen Diagnostik bei einem großen Teil intrazerebraler Erkrankungen beitragen kann.

5) Häufigkeitsverteilung der gemessenen Abstände

Die Häufigkeit der im einzelnen festgestellten Abstände ist ohne Berücksichtigung einer paarweisen Gegenüberstellung von A und B in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt und auf den Seiten 53/54 graphisch dargestellt:

Das Maximum der Verteilungskurve liegt für A bei 3,8 cm, für B bei 4,0 cm. Die Kurven ähneln sich mit Ausnahme der Verteilungshäufigkeit für extrem kleine und extrem große Werte, die wir bei einzelnen, durch krankhafte Prozesse veränderten Arteriographien für A und B gemessen haben. Es fällt auf, daß die extrem kleinen Abstandswerte überwiegend bei A gemessen wurden, die extrem großen Werte vor allem bei B liegen. Das spricht dafür, daß in der Mehrzahl die Fälle mit raumfordernden intrazerebralen Prozessen die Verdrängung der Hirnmasse nach medial erfolgte, wodurch die Aa. lenticulostriatae zur Mittellinie hin verschoben (kleine Werte für A) bzw. in einem Teil der Fälle die Inselarterien von der Kalotte

abgehoben wurden (große Werte für B). Eine entsprechende starke Verlagerung der Stammganglienarterien nach temporal, in Richtung der Kalotte, war selten.

Abstände in cm	Anzahl A	B	Abstände in cm	Anzahl A	B	Abstände in cm	Anzahl A	B
1, 2	2	-	2, 8	2	1	4, 4	4	9
1, 3	-	-	2, 9	3	-	4, 5	2	5
1, 4	-	-	3, 0	5	3	4, 6	3	6
1, 5	-	-	3, 1	-	4	4, 7	1	3
1, 6	-	-	3, 2	8	4	4, 8	-	2
1, 7	1	-	3, 3	8	6	4, 9	-	-
1, 8	-	-	3, 4	18	11	5, 0	-	2
1, 9	1	-	3, 5	36	29	5, 1	1	1
2, 0	2	-	3, 6	23	22	5, 2	-	1
2, 1	-	-	3, 7	34	23	5, 3	-	-
2, 2	3	-	3, 8	44	40	5, 4	-	1
2, 3	3	-	3, 9	24	34	5, 5	-	2
2, 4	1	-	4, 0	30	42	5, 6	-	1
2, 5	3	-	4, 1	16	18	5, 7	-	-
2, 6	1	-	4, 2	12	21	5, 8	-	1
2, 7	5	-	4, 3	7	11	5, 9	-	-

6) Fehlerrechnung

Abschließend soll für die paarweise gemessenen Abstände A und B der jeweils mittlere Fehler des Mittelwertes bestimmt werden. Damit wird geprüft, ob die Abstände A und B, ungeachtet einer im Rahmen der Meßgenauigkeit auftretenden Differenz von 0, 2 cm pro Abstandspaar, im ap-Bild des normalen Carotisangiogramms als gleich anzusehen sind, wie dies SALAMON et al in ihrer Arbeit beschreiben.

Die Frage lautet also: Sind A und B, wenn man den Fall des normalen Carotisangiogramms zugrunde legt, im statistischen Mittel gleich?

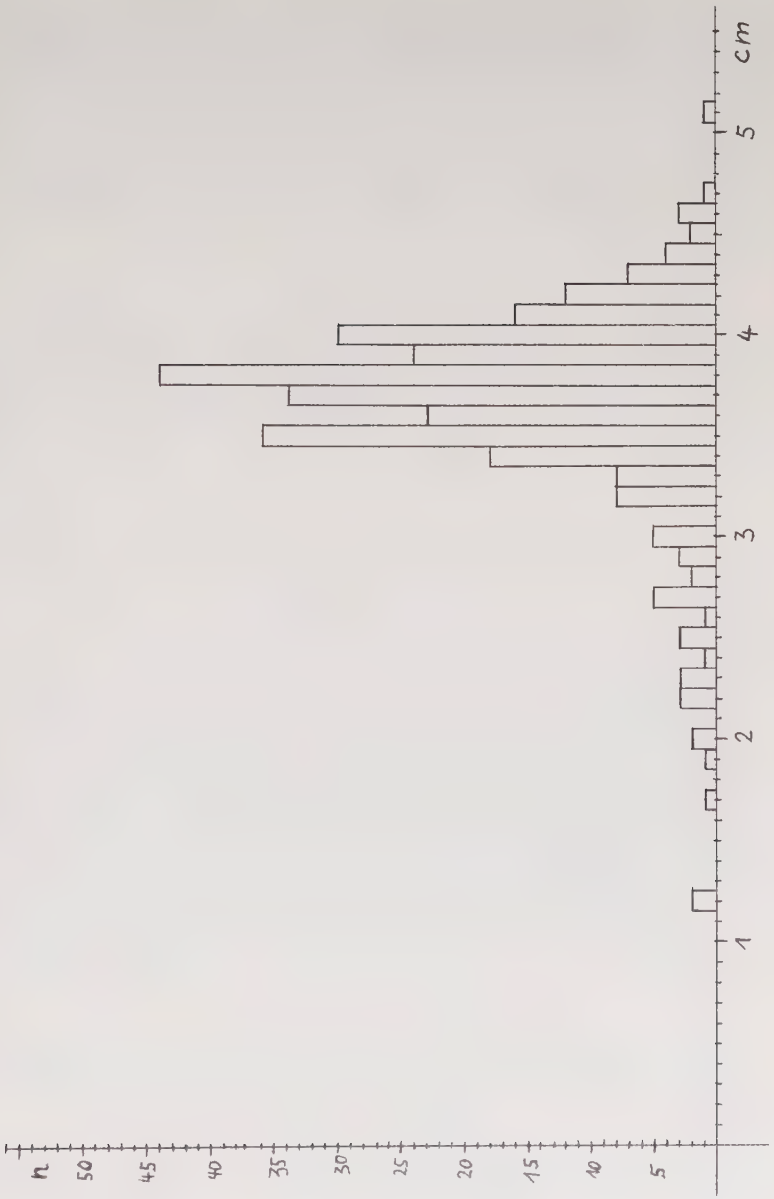
Wir bilden als erstes den Mittelwert aus jeder einzelnen Meßreihe und erhalten

$$\overline{A} = 3,65 \text{ cm}$$

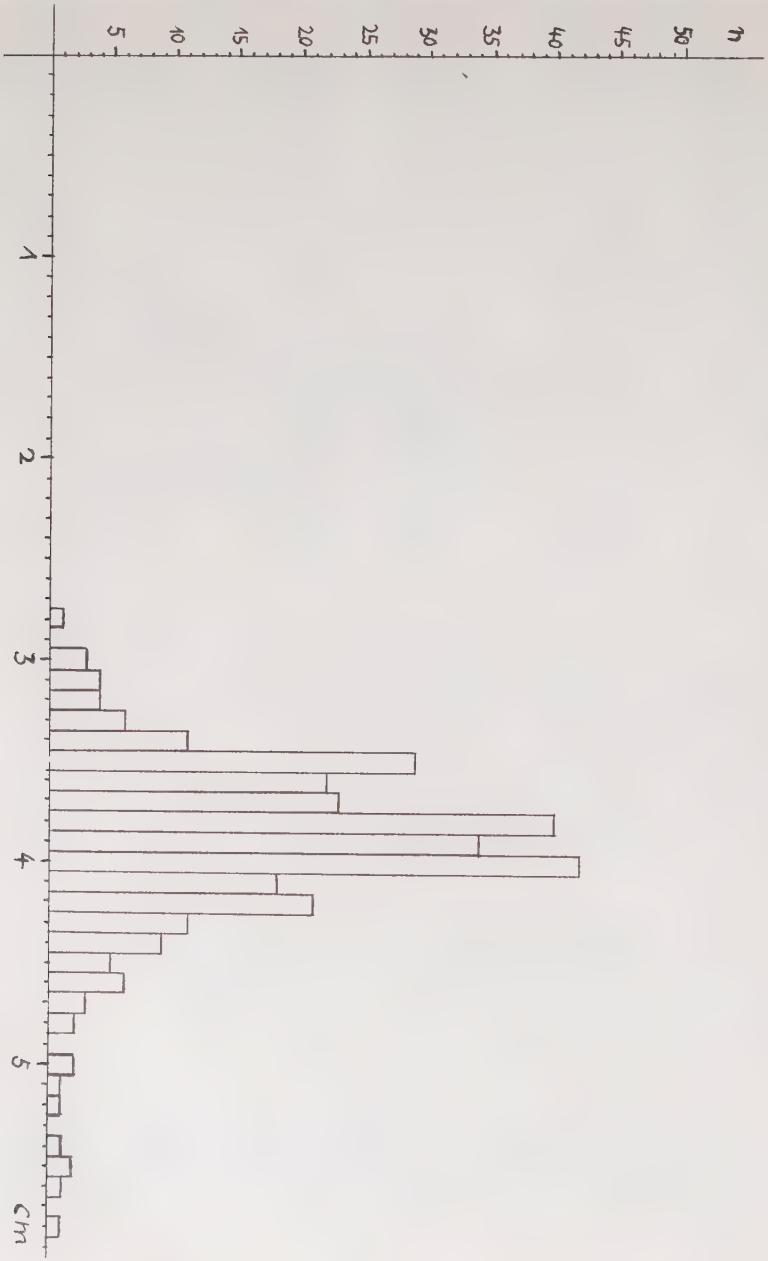
$$\overline{B} = 3,90 \text{ cm}.$$

Selbst bei Berücksichtigung der Tatsache, daß die Meßunsicherheit bei A und B noch je 0, 1 cm beträgt, ist dies kein Nachweis für die Gleichheit von A und B.

Graphische Darstellung der Häufigkeitsverteilung für die unter A gemessenen Abstände.



Graphische Darstellung der Häufigkeitsverteilung für die unter B gemessenen Abstände.



Es ist zu beachten, daß bei einer großen Zahl von Meßpaaren starke Abweichungen bezüglich der Differenz d = B - A auftreten, die bei 72, 3 % der Angiogramme (normales Gefäßbild) zwischen 0 und 0, 2 cm liegt. Die Fälle mit größeren Differenzen waren als pathologisch angesehen worden. Dagegen konnten die genannten 72, 3 % Meßpaare im Rahmen der Meßgenauigkeit als gleich betrachtet werden. Um die Fälle mit einer stärkeren, als im Rahmen der Meßgenauigkeit zulässigen Abweichung herauszufinden, berechnen wir den jeweils mittleren Fehler des Einzelwertes bezüglich $\overline{A}$ und $\overline{B}$:

$$\Delta A = 0,52 \text{ cm}$$
$$\Delta B = 0,43 \text{ cm}.$$

Der Größenvergleich eines Meßpaares spricht dann für ein pathologisches Gefäßbild, bzw. sein Wertepaar ist für die weitere Berechnung zu vernachlässigen, wenn für seine Differenz

$$d = B - A \text{ gilt:}$$

$$|d| > \Delta A + \Delta B$$

d.h., bei $|d| = 0,95$ cm, wenn

$$|d| > 1,0 \text{ cm ist.}$$

Bei 16 % der Meßpaare ist $|d| > 1,0$ cm. 11, 7 % der Meßpaare haben eine Differenz d = B - A, die zwischen 0, 2 cm und 1, 0 cm liegt, also: $0,2 < |d| < 1,0$ cm. Wenn man die Fälle mit $|d| > 1,0$ cm unbeachtet läßt, ergibt sich ein Verhältnis von 13, 9 Meßpaaren mit einer Differenz, die größer ist als 0, 2 cm, zu 86, 1 Meßpaaren, die im Rahmen der Meßgenauigkeit gleiche Werte aufweisen, so daß erstere fast nicht ins Gewicht fallen. Unter Nichtbeachtung der Fälle mit $|d| > 1,0$ cm bilden wir erneut den jeweiligen Mittelwert von A und B und erhalten

$$\overline{A}' = 3,758 \text{ cm}$$
$$\overline{B}' = 3,786 \text{ cm}.$$

Hieraus bilden wir wieder den mittleren Fehler der Einzelwerte:

$$\Delta A' = 0,288 \text{ cm}$$
$$\Delta B' = 0,281 \text{ cm sowie den mittleren Fehler}$$

der Mittelwerte:

$$\delta \overline{A}' = 0,018 \text{ cm}$$
$$\delta \overline{B}' = 0,018 \text{ cm; wir addieren } \delta \overline{A}' \text{ und } \delta \overline{B}'$$

zu 0, 036 cm.

Die Differenz zwischen den Mittelwerten von A und B ist mit 0, 028 cm, bei Zugrundelegung des Normalfalles, kleiner als die Summe der mittleren Fehler der Mittelwerte (0, 036 cm) von A und B.

Das heißt, im statistischen Mittel gesehen, sind A und B unter normalen Bedingungen gleich.

VIII Zusammenfassung und Diskussion

Zunächst wurden anhand des anatomischen und angiographischen Schrifttums Grundlagen und Ergebnisse aus der Erforschung der Stammganglienarterien (Arteriae lenticulostriatae) des Carotis-interna-Strömungsgebietes eingehend beschrieben (vgl. Kapitel II und III).

Angeregt durch Beiträge neuerer Autoren (ANDERSEN, WESTBERG, SALAMON et al.) zur klinisch-diagnostischen Bedeutung der Aa. lenticulostriatae, sahen wir 1000, in antero-posteriorer (ap) Projektion gefertigte Carotisangiogramme auf diese Arterien hin durch.

Im einzelnen Arteriogramm untersuchten wir, soweit es möglich war: Ursprung, Anzahl und Verlauf der Aa. lenticulostriatae, die Abstände zwischen der am weitesten temporal gelegenen Stammganglienarterie und der Medianlinie des Schädels (A) sowie zwischen der am weitesten nach medial reichenden Arterienschleife aus der Sylvischen Gefäßgruppe und der Tabula interna (B) (Meßmethode nach SALAMON et al.), den Verlauf der übrigen, großen Hirnarterien im ap-Bild (grobe Beurteilung der A. cerebri anterior A. pericallosa und der A. cerebri media). Unsere eigenen Befunde verglichen wir mit den röntgenologischen Befunden und Verdachtsdiagnosen (s. tabellarischen Anhang).

Die Ergebnisse aus diesen Untersuchungen dienten der Beantwortung folgender Fragen:

Wie häufig kann man Stammganglienarterien im ap-Bild des routinemäßig angefertigten Carotisangiogramms beurteilen?

Ist das im neuroradiologischen Schrifttum beschriebene Bild des normalen und pathologisch veränderten Verlaufs der Aa. lenticulostriatae auch in dem hier zur Verfügung stehenden angiographischen Material zu erkennen?

In welchem Maße ist die Erkennung einer intrazerebralen Erkrankung beim Vorliegen normaler angiographischer Befunde an den großen Hirnarterien allein aufgrund der Beurteilung der Stammganglienarterien im ap-Bild möglich?

Kann die Methode zur vergleichenden Messung der Abstände A und B unter der Voraussetzung, daß im Normalfall beide Abstände gleich sind, durchgeführt und für eine verfeinerte angiographische Diagnostik verwertet werden?

Können Beziehungen zwischen Lageveränderungen im Bereich der Stammganglienarterien und der Lokalisation und Ausdehnungsrichtung eines bestimmten intrazerebralen raumfordernden Prozesses erkannt werden?

Wir erhielten bei den Untersuchungen folgende Antworten auf diese Fragen:

In 30, 3 % der durchgesehenen Arteriogramme gelangten die Aa. lenticulostriatae im ap-Bild deutlich zur Darstellung. Bei 69, 7 % der vorliegenden Röntgenbilder waren dagegen diese Gefäße nicht ausreichend zu erkennen. Dieser Mangel beruhte bei den meisten Bildern auf einer fehlerhaften Einstellung des Zentralstrahles sowie darauf, daß der günstigste Belichtungsmoment für die Erfassung der feinen Arterien verpaßt war.

Das normale, charakteristische Bild der Aa. lenticulostriatae, wie es im neuroradiologischen Schrifttum (WESTBERG, SALAMON et al.) beschrieben ist, zeigten 69, 9 % aller Arteriogramme mit beurteilbaren Stammganglien-gefäßen. Bei 67, 0 % der Fälle mit einer Normabweichung im Gefäßbild bestanden im Verlauf der Stammganglienarterien typische Anomalien, die den Mitteilungen von ANDERSEN und SALAMON et al. über das pathologisch veränderte Bild dieser Gefäße entsprachen (Deformierung, Streckung des S-förmigen Verlaufs, Verlagerung aus der normalen Gefäßachse).

In 8, 1 % der Fälle mit bestätigtem Verdacht auf eine intrazerebrale Erkrankung hatten im ap-Bild nur die Aa. lenticulostriatae deutlich erkennbare

Lageabweichungen erfahren. Die Annahme eines Krankheitsprozesses beruhte hingegen von röntgenologischer Seite auf dem pathologischen Verlauf einzelner Gefäße in Profilbild, in einem Fall auf dem Befund der gegenüberliegenden Carotisangiographie. 91, 8 % aus der gleichen Gruppe von Fällen ließen demgegenüber auch pathologische Veränderungen an den großen Hirnarterien im ap-Bild erkennen. Bei den hier zur Untersuchung vorgelegten Bildern wäre der Verdacht auf eine intrazerebrale Erkrankung auch unabhängig von einer Beurteilung der Stammganglienarterien ausgesprochen worden. Wenn dieses Ergebnis nicht im Einklang steht mit ANDERSENs und SALAMONS Wertung der Aa. lenticulostriatae für die Diagnostik intrazerebraler Hämorrhagien, so ist zu berücksichtigen, daß in dem Untersuchungsgut der genannten Autoren größere raumfordernde Prozesse mit einer deutlichen Verdrängung der großen Hirnarterien im Carotisangiogramm von vornherein durch andere klinische Untersuchungen ausgeschlossen waren.

Die Durchführung der von SALAMON et al. beschriebenen Messungen im ap-Bild stieß einige Male auch bei solchen Bildern auf Schwierigkeiten, die eine ausreichend klare Abbildung der Stammganglienarterien enthielten. Die Gründe dafür waren dann eine sehr geringe Kontrastschärfe der Tabula interna durch eine peripherwärts zunehmende Verdunkelung der ap-Bilder sowie Aufhellungen und Überprojektion großer Gefäße im Gebiet der äußersten Aa. lenticulostriatae. Aus diesen Ursachen konnten die Abmessungen nur bis auf eine Genauigkeit von $\pm$ 0, 1 cm vorgenommen werden.

Die Verteilung der erhaltenen Meßwerte war folgendermaßen: Das Maximum der Verteilungskurve (s. graphische Darstellung) lag für A bei 3, 8 cm, für B bei 4, 0 cm, also um 0, 2 cm auseinander. Die Verteilung der übrigen Meßergebnisse war mit Ausnahme der extrem kleinen (vor allem bei A) und der extrem großen Werte (vor allem bei B), die in pathologisch veränderten Arteriogrammen festgestellt wurden, für beide Meßreihen ähnlich.

Die von SALAMON et al. für eine vergleichende Messung des Stammgangliengefäß (A) - und Inselgefäßabstandes (B) gegebene Voraussetzung, daß im normalen ap-Bild beide Abstände gleich sind, wurde durch Berechnung der mittleren Fehler der Mittelwerte aus beiden Meßreihen gestützt.

Die weitaus größte Zahl pathologisch veränderter Arteriogramme zeigte für A und B Meßergebnisse, deren Größenunterschied mit einer sichtbaren Verlagerung der Aa. lenticulostriatae übereinstimmte. Auch in Fällen ohne sichtbar veränderten Stammgangliengefäßverlauf bot der Vergleich der Meßwerte einen Anhalt für die Lage eines Prozesses im Raum zwischen den großen Arterienachsen. Zwischen den Lageanomalien der Stammganglienarterien und der vermuteten Lokalisation und Ausdehnungsrichtung eines intrakranialen Tumors konnten in der überwiegenden Zahl der Fälle topographische Beziehungen erkannt werden. Die Befunde, die in dem vorliegenden angiographischen Material erhoben werden konnten, stimmen mit WESTBERGS Ausführungen überein.

Diskussion:

Werden bei der Anfertigung eines Carotisangiogramms die Bedingungen für eine optimale Darstellung der Stammganglienarterien (Einstellung des Zentralstrahles nach der deutschen Horizontalen, Belichtungsmoment für Film I in der frühen arteriellen Phase) eingehalten, ist es möglich, diese Gefäße im ap-Bild routinemäßig zu erkennen.

Die fehlende Auswahl des Untersuchungsmaterials erklärt die Unterschiede zwischen den Behauptungen ANDERSENS und SALAMONS über die vorrangige diagnostische Bedeutung der Stammganglienarterien bei intrazerebralen Hämorrhagien und dem hier vorliegenden Ergebnis, daß in den von uns untersuchten Fällen das Bestehen eines raumfordernden Prozesses in erster Linie am pathologisch veränderten Verlauf der großen Hirnarterien im Frontal- und Profilbild zu erkennen war. Die eingehende Untersuchung der Aa. lenticulostriatae im ap-Bild kann jedoch bedeutsam sein für die Verfeinerung der routinemäßigen angiographischen Diagnostik, die aber nach wie vor im Rahmen einer Beurteilung der oberflächlichen Arterienverläufe vorzunehmen ist.

Die von SALAMON et al. vorgeschlagene Methode zur topometrischen Erfassung von Lageabweichungen im Bereich der Aa. lenticulostriatae und der Inselarterien hat sich bei den Untersuchungen als anwendbar erwiesen. Auch leichte Achsenverschiebungen am Verlauf der Stammganglienarterien, die noch nicht als sichtbare Lageanomalien ins Auge fallen, können durch diese Messung erfaßt werden.

Literatur

I Monographien und Gesamtdarstellungen

(1) Bushe, K. A. und Glees, P.: Chirurgie des Gehirns und Rückenmarks im Kindes- und Jugendalter, Stuttgart: Hippokrates 1968

(2) Decker, K.: Klinische Neuroradiologie, Stuttgart: Thieme 1960

(3) Decker, K. und Backmund, H.: Angiographie des Hirnkreislaufs, Stuttgart: Thieme 1968

(4) Kautzky, R. und Zülch, K. J.: Neurologisch-neurochirurgische Röntgendiagnostik und andere Methoden zur Erkennung intrakranialer Erkrankungen, Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1955

(5) Krayenbühl, H. und Richter, H.: Die zerebrale Angiographie, Stuttgart: Thieme 1952

(6) Krayenbühl, H. und Yasargil, M. G.: Die zerebrale Angiographie, 2. vollst. neubearb. Aufl. Stuttgart: Thieme 1965

(7) Lazorthes, G.: Vascularisation et circulation cérébrales, Paris: Masson éd. 1961

(8) Lembeck, F.: Tafeln zur Pharmakologievorlesung, Tübingen: als Manuskript gedruckt 1966

(9) Moniz, E.: Die cerebrale Angiographie und Phlebographie, Berlin: Springer 1940

(10) Sobotta - Becher: Atlas zur Anatomie des Menschen, III. Teil, 16. Aufl. München-Berlin: Urban und Schwarzenberg 1963

II Beiträge in Sammelwerken

(11) Lindgren, E.: Röntgenologie einschließlich Kontrastmethoden in: Olivecrona und Tönnis: Handbuch der Neurochirurgie, Band II, Röntgenologie, Berlin-Heidelberg-New York: Springer 1954

(12) Tönnis, W.: Die Chirurgie des Gehirns und seiner Häute in: Kirschner und Nordmann: Die Chirurgie, Band III, Die Chirurgie des Kopfes, des Rückens und der Nerven, Wien: Urban und Schwarzenberg 1948

III Aufsätze in Zeitschriften

(13) Abbie, A. A.: The morphology of the fore-brain arteries with especial reference to the evolution of the basal ganglia. Journal of Anatomy 68, 433-470 (1933-1934)

(14) Ahmed, D. S. and Ahmed, R. H.: The recurrent branch of the anterior cerebral artery. Anatomical Record 157, 699-700 (1967)

(15) Andersen, P. E.: The lenticulo-striate arteries and their diagnostic value. A preliminary report. Acta Radiologica 50, 1-2, 84-91 (1958)

(16) Andersen, P. E.: Angiographic localization of small intracerebral hematoms. Acta Radiologica 1, 2, 173-181 (1963)

(17) Ayer, J. B. and Aitken, H. F.: Note an the arteries of the corpus striatum. Boston Medical and Surgical Journal 156, 768-769 (1907)

(18) Ayer, J. B. and Aitken, H. F.: A report on the circulation of the lobar ganglia. Boston Medical and Surgical Journal Supplement 160, 18 (1909)

(19) Bricout, J. et Guiot, G.: Atlas stéréotaxique du réseau artériel des noyaux gris centraux. Annales de Radiologie 7, 9-10, 701-722 (1964)

(20) Duret, H.: Recherches anatomiques sur la circulation de l'encéphale. Archives de Physiologie 1, 70-91 et 2, 316-353 (1874)
zit. bei Ayer, J. B. and Aitken, H. F.: s. Nr. (18)

(21) Foix et Hillemand: Les artères de l'arc encéphalique jusqu'au diencéphale inclusivement. Revue Neurologique 11, 6, 705-739 (1925)

(22) Herman, L. H., Ostrowski, A. L., and Gurdjian, E. S.: Perforating branches of the middle cerebral artery. Archives of Neurology 8, 5, 32-34 (1963)

(23) Heubner, A.: Zur Topographie der Ernährungsgebiete der einzelnen Hirnarterien. Zentralblatt der Medizinischen Wissenschaften 52, 817-821 (1872)

(24) Jain, K. K.: Some observations on the anatomy of the middle cerebral artery. Canadian Journal of Surgery 7, 134-139 (1964)

(25) Kaplan, H. A.: Arteries of the brain. An anatomic study. Acta Radiologica 46, 364-370 (1966)

(26) Kaplan, H. A.: The lateral perforating branche of the anterior and middle cerebral artery. Jounnal of Neurosurgery 23, 3, 305-310 (1965)

(27) Kolisko, A.: Beiträge zur Kenntnis der Blutversorgung der Großhirnganglien. Wiener Klinische Wochenschrift 6, 11, 191-195 (1893)

(28) Löfgren, F.O.: Carotid angiography in the diagnosis of spontaneous intracerebral haemorrhage. Acta Radiologica 40, 2-3, 173-181 (1953)

(29) Mettler, F.A., Liss, H.R. and Stevens, G.H.: Blood supply of the primate striopallidum. Journal of Neuropathology and Experimental Neurology 15, 4, 377-383 (1956)

(30) Potts, G.D. and Taveras, J.M.: Differential diagnosis of space occupying lesions in the region of the thalamus by cerebral angiography. Acta Radiologica 1, 2, 373-384 (1963)

(31) Salamon, G., Boudouresques, J., Combalbert, A., Khalil, R., Faure, J. et Giudicelli, G.: Les artères lenticulo-striées. Etude artériographique. Leur intérêt dans le diagnostic des hématomes intracérébraux. Revue Neurologique 114, 5, 361-373 (1966)

(32) Shellshear, J.L.: The basal arteries of the forebrain and their functional significance. Journal of Anatomy 55, 21, 27-35 (1920-1921)

(33) Westberg, G.: The recurrent artery of Heubner and the arteries of the central ganglia. Acta Radiologica 1, 3, 949-954 (1963)

(34) Westberg, G.: Arteries of the basal ganglia.
VII. Symposium Neuroradiologicum, New York, 581-595 (1964)

Tabellarischer Anhang

In den nachfolgenden Tabellen werden für die im ap-Bild beurteilten Gefäße folgende Abkürzungen verwandt:

A. c. a. = Arteria cerebri anterior

A. p. = Arteria pericallosa

A. c. m. = Arteria cerebri media

A. i. = Arteriae insulares

Stggl. = Stammganglienarterien

Tabelle I (zu Seite 44)

9 Fälle, in deren Arteriogrammen die Abstände A und B gleich waren, wobei aber Verlagerungszeichen an den Stammganglienarterien (in fünf Fällen) sowie an den großen Hirnarterien im ap-Bild zu finden waren. (Abkürzungen s. o.)

Nummer	Abstände A	Abstände B	Eigene Beurteilung des ap-Bildes	Röntgenbefund / Krankenblattdiagnose
360666	3, 9	4, 0	A. p. annähernd median. A. c. a. angehoben. Carotisbifurkation nach lateral schräggestellt. Stggl. nicht auffällig.	Verdacht auf supraselläres, raumfordernden Prozeß Kein Krankenblatt
392874	4, 0	3, 8	A. p. im Mittelteil um 1 cm zur Gegenseite verlagert. Stggl. im oberen Verlaufssegment nach medial verlagert, gestreckt verlaufend.	Großer fronto-parietal gelegener raumfordernder Prozeß Kein Krankenblatt
383511	3, 8	4, 0	A. p. gespannt verlaufend. A. i. angehoben. Stggl. nach medial verlagert.	Verdacht auf tiefparietal gelegenes Hämangiom Arteriovenöses Angiom rechts temporoparietal mit Spontanblutung
384246	3, 3	3, 4	A. p. leicht zur Gegenseite verlagert. A. c. m. angehoben. Stggl. im ersten Verlaufssegment angehoben, nach medial verlagert, gestreckt.	Verdacht auf Hämatom Kein Krankenblatt

noch Tabelle I (zu Seite 44)

Nummer	Abstände A	Abstände B	Eigene Beurteilung des ap-Bildes	Röntgenbefund / Krankenblattdiagnose
275435	3, 7	3, 7	A. p. leicht zur Gegenseite verlagert. A. c. a. am Beginn stark angehoben. Carotisbifurkation nach lateral schräggestellt. Stggl. verlaufen gestreckt und nach medial verlagert.	Vorliegen mehrerer raumfordernder Prozesse; Verdacht auf Metastasen / Zwei inoperable Hirntumoren
296319	4, 0	4, 0	A. p. zur Gegenseite bogenförmig verlagert. Stggl. gestreckt und gespreizt.	
			Röntgenbefund: Verdacht auf raumverdrängenden Prozeß in der hinteren Schädelgrube mit sekundärem Hydrozephalus.	
			Krankenblattdiagnose: Zentraler Tumor paramedian im Bereich des 3. Ventrikels	
309388	3, 8	3, 8	A. p. annähernd median A. c. a. am Beginn angehoben. A. c. m. an der Carotisbifurkation herabgedrängt. Stggl. nicht auffällig.	Verdacht auf supraselläre, ausgedehnten Tumor / Hypophysentumor
213419	3, 5	3, 6	A. p. zur Gegenseite verlagert. Stggl. nicht auffällig	Verdacht auf Aneurysma der A. c. a. / Aneurysma der Arteria communicans anterior
301181	3, 8	3, 9	A. c. a. nicht dargestellt, spastisch verengt. Stggl. nicht auffällig	Spastik der beiden A. c. a., Verdacht auf Aneurysma der Arteria communicans anterior / Aneurysma der Arteria communicans anterior, Hirnödem

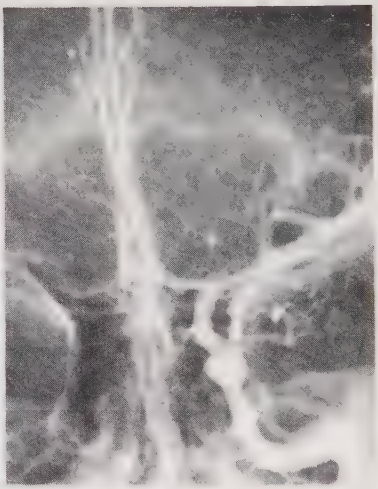


Tabelle II a (zu Seite 44)

11 Fälle, in deren Arteriogrammen neben Abstandsdifferenzen teilweise Verlaufsanomalien im Bereich der Stammganglienarterien auftraten; die A. pericallosa verlief annähernd median. (Abkürzungen s. o.)

Nummer	Abstände A	Abstände B	Eigene Beurteilung des ap-Bildes	Röntgenbefund Krankenblattdiagnose
396363	3, 4	4, 0	A. p. annähernd median. Stggl. nicht auffällig	Ohne pathologischen Befund Kein Krankenblatt
396834	2, 8	4, 2	A. p. median. Stggl. nicht auffällig	Verdacht auf occipitales Glioblastom. Multiformes Glioblastom rechts parietooccipital
389622	3, 5	4, 0	A. p. annähernd median. Stggl. verlaufen gestaucht und nach lateral und kaudal zusammengedrängt	Verdacht auf Hämatom im Bereich des Anfangsteils der A. c. a. Kein Krankenblatt
336831	3, 5	4, 3	A. p. median. Stggl. nicht auffällig	Ohne pathologischen Befund Kein Krankenblatt
303147	3, 5	4, 5	A. p. median. Stggl. nicht auffällig	Ohne pathologischen Befund Kein Krankenblatt
311941	3, 2	3, 8	A. p. nicht dargestellt. Stggl. nicht auffällig	Verdacht auf gefäßreichen raumverdrängenden Prozeß rechts parietooccipital Hirntumor rechts parietooccipital; wahrscheinlich Glioblastom
328087	3, 5	4, 4	A. p. annähernd median. Stggl. nicht auffällig	Zentralgelegener raumverdrängender Prozeß; Verdacht auf gefäßarmen Tumor oder Blutung Kein Krankenblatt

noch Tabelle II a (zu Seite 44)

Nummer	Abstände A	Abstände B	Eigene Beurteilung des ap-Bildes	Röntgenbefund Krankenblattdiagnose
199246	4,6	3,0	A.p. nicht dargestellt. Stggl. gestreckt, nach lateral verlagert	Verdacht auf subdurales Hämatom auf der Gegenseite mit Massenverdrängung des Hirns nach rechts. Hydrozephalus Subdurales Hämatom links
189316	3,0	4,0	A.p. median. Stggl. nach medial verlagert, am Ende gestreckt	Ohne pathologischen Befund Kein Krankenblatt
363131	2,3	3,8	A.p. annähernd median Stggl. nach medial verlagert, dabei gestreckt verlaufend	Verdacht auf großen raumverdrängenden, gefäßarmen Prozeß parietooccipital rechts Angioblastisches Astrozytom rechts temporal
290050	3,9	3,1	A.p. annähernd median. Stggl. nach lateral bogenförmig verlagert, gestreckt verlaufend	Verdacht auf Tumor, der auch suprasellär ausgedehnt ist Inoperables Astrozytom des rechten Stirnhirns und der vorderen Stammganglien

Tabelle II b (zu Seite 45)

5 Fälle, in deren Arteriogrammen Abstandsdifferenzen sowie zum Teil Verlaufsanomalien im Bereich der Stammganglienarterien, vor allem aber im Bereich der mittleren Hirnarterie festgestellt wurden. Die A. pericallosa verlief annähernd median. (Abkürzungen s. o.)

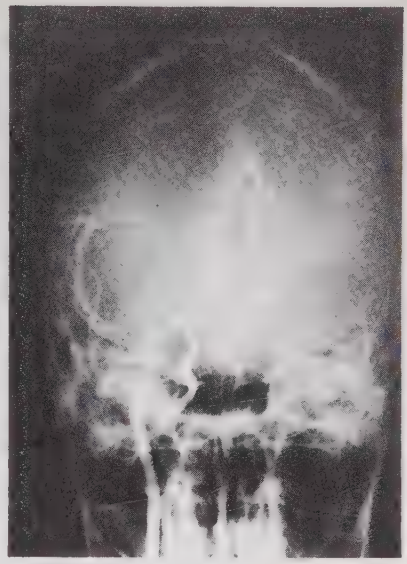
Nummer	Abstände A	Abstände B	Eigene Beurteilung des ap-Bildes	Röntgenbefund Krankenblattdiagnose
364524	4, 2	3, 4	A. p. annähernd median A. c. m. am Beginn angehoben. A. i. nach lateral verdrängt. Stggl. bogenförmig nach lateral verdrängt, gestreckt verlaufend	Verdacht auf raumverdrängenden zentralen Prozeß der rechten Hemisphäre Zentral gelegenes Spongioblastom
375715	3, 3	4, 0	A. p. annähernd median A. c. m. im Anfangsteil hochgedrängt. Carotisbifurkation angehoben Stggl. nicht auffällig	Verdacht auf raumverdrängenden Prozeß rechts temporo-medial Marködem mit lebhafter Astrozytenproliferation (Encephalitis?)
380664	3, 5	4, 5	A. p. annähernd median A. c. m. am Beginn angehoben. Stggl. nicht auffällig	Gefäßreicher raumverdrängender Prozeß rechts temporal (Spongioblastom?) Kein Krankenblatt
360849	3, 7	4, 2	A. p. annähernd median Carotisbifurkation stark angehoben. A. c. m. auch stark angehoben Stggl. nicht auffällig	Zeichen einer erheblichen cerebralen Gefäßsklerose, kein Verdacht auf einen raumfordernden Prozeß Spastische Tetraparese infolge cerebraler Arteriosklerose
403112	2, 9	4, 6	A. p. fast median A. c. m. leicht angehoben Stggl. insgesamt nach medial verlagert, dabei gestreckt und gespreizt verlaufend	Verdacht auf subdurales Hämatom links Kein Krankenblatt

Tabelle II c (zu Seite 45)

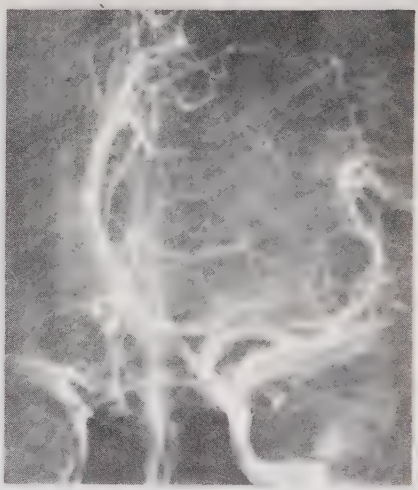
51 Fälle, in deren Arteriogrammen neben Abstandsdifferenzen sowie mitunter auffälligen Verlaufsanomalien im Bereich der Stammganglienarterien eine mäßige bis starke bogenförmige Verlagerung der A. pericallosa zur Gegenseite festzustellen war. Zum Teil waren auch Veränderungen am Verlauf der mittleren Hirnarterie im ap-Bild deutlich zu sehen.
(Abkürzungen s. o.)

Nummer	Abstände A	Abstände B	Eigene Beurteilung des ap-Bildes	Röntgenbefund Krankenblattdiagnose
374947	3, 6	3, 9	A. c. a. am Übergang in die A. p. zur Gegenseite verdrängt. Stggl. im zweiten Verlaufssegment gestreckt u. nach medial verlagert	Verdacht auf raumfordernden Prozeß rechts zentral Kein Krankenblatt
377152	2, 9	4, 3	A. p. um 1, 5 cm bogenförmig zur Gegenseite verlagert Stggl. insgesamt nach medial verschoben, dabei gestreckt und gespreizt verlaufend.	Verdacht auf links temporal gelegenen raumfordernden Prozeß Kein Krankenblatt
377384	3, 3	4, 8	A. p. bogenförmig zur Gegenseite verlagert. Stggl. nicht auffällig	Verdacht auf raumfordernden Prozeß occipital (Glioblastom?) Kein Krankenblatt
351326	3, 5	4, 2	A. p. im Anfangsteil zur Gegenseite verschoben. Bifurkations-T angehoben. Stggl. nicht auffällig	Verdacht auf raumfordernden Prozeß links paramedian im Stirn-Scheitelbereich Adenocarzinom-Metastasen
367628	2, 2	4, 7	A. p. erheblich (1, 5 cm) bogen förmig zur Gegenseite verlagert A. i. von der Kalotte abgedrängt. Stggl. nicht auffällig	Verdacht auf extrazerebrales Hämatom rechts parietal Subdurales Hämatom rechts

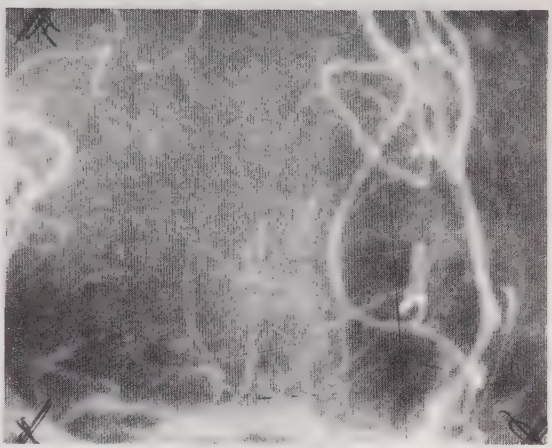
noch Tabelle II c (zu Seite 45)

Nummer	Abstände A	Abstände B	Eigene Beurteilung des ap-Bildes	Röntgenbefund / Krankenblattdiagnose
355250	2, 7	3, 6	A. p. erheblich (1, 8 cm) zur Gegenseite verdrängt A. c. a. ist gestreckt. Mediagruppe nach lateral und kaudal verlagert. Stggl. nach medial verschoben, gestreckt und gespreizt verlaufend. Abstand zwischen Insel- u. Stgglgefäßen deutlich verbreitert.	 Röntgenbefund: Verdacht auf raumfordernden Prozeß frontal und zentral gelegen Krankenblattdiagnose: fehlt
392091	3, 0	4, 3	A. p. erheblich (2, 0 cm) zur Gegenseite verlagert Stggl. verlaufen gestreckt und gespreizt	Verdacht auf großen raumfordernden Prozeß links frontal Multiformes Glioblastom mit Hirnödem links fronto-zentral
393648	2, 8	4, 5	A. p. erheblich (2, 5 cm) zur Gegenseite verlagert Stggl. im oberen Verlaufssegment nach medial verdrängt, gestreckt verlaufend	Verdacht auf großen Tumor zentral Malignes Gioblastom links fronto-dorsal
394545	2, 2	4, 3	A. p. zur Gegenseite (1, 0 cm) verlagert. Bifurkations-T angehoben A. i. angehoben Stggl. nach medial verdrängt, gestreckt u. gespreizt verlaufend.	Verdacht auf kastaniengroßen, gefäßreichen Tumor der hinteren Schädelgrube (Metastase) Metastatischer Tumor links temporal

noch Tabelle II c (zu Seite 45)

Nummer	Abstände A	Abstände B	Eigene Beurteilung des ap-Bildes	Röntgenbefund / Krankenblattdiagnose
392922	3, 6	4, 2	A. p. erheblich (1, 5 cm) zur Gegenseite verlagert. Stggl. verlaufen etwas gestreckt und vor allem gespreizt Röntgenbefund: Verdacht auf großen raumfordernden Prozeß links Krankenblattdiagnose: Hirnabszeß links frontal	
394677	2, 7	5, 0	A. p. im Anfangsteil mäßig zur Gegenseite verdrängt Stggl. im oberen Verlaufssegment nach medial verdrängt und gestreckt verlaufend	Verdacht auf Hirnödem links, sonst ohne pathologischen Befund / Kein Krankenblatt
394885	3, 0	4, 1	A. c. a. am Übergang in die A. p. zur Gegenseite verlagert Stggl. nicht auffällig	Verdacht auf Tumor des rechten Stirnhirns / Verdacht auf Oligodendrogliom
396137	2, 5	4, 0	A. p. erheblich (2, 5 cm) zur Gegenseite verlagert Stggl. nach lateral verlagert, gestreckt verlaufend	Verdacht auf frontoparietalen Prozeß links / Posttraumatischer Frühabszeß links frontal
396673	2, 3	5, 0	A. p. erheblich (1, 5 cm) zur Gegenseite verlagert Stggl. nach medial abgedrängt, gestreckt verlaufend	Verdacht auf Hirntumor rechts parietal / Hirntumor der rechten Großhirnhemisphäre fronto-praecentral

noch Tabelle II c (zu Seite 45)

Nummer	Abstände A	Abstände B	Eigene Beurteilung des ap-Bildes	Röntgenbefund Krankenblattdiagnose
401229	3, 6	4, 6	A. p. mäßig zur Gegenseite verlagert Stggl. verlaufen gestreckt	Verdacht auf raumfordernden Prozeß occipitotemporal (Tumor, Abszeß?) Glioblastoma multiforme links temporal
402149	3, 4	4, 0	Eigene Beurteilung: A. p. erheblich zur Gegenseite verlagert. Stggl. gestreckt und gespreizt verlaufend Röntgenbefund und Krankenblattdiagnose fehlen	
403718	2, 0	4, 6	A. p. erheblich (1, 5 cm) zur Gegenseite verlagert A. c. m. angehoben. Stggl. etwas gestreckt verlaufend	Verdacht auf großen raumverdrängenden Prozeß rechts temporobasal Schädel-Hirn-Trauma, Contusio cerebri
405294	3, 5	4, 7	A. p. deutlich zur Gegenseite verlagert Stggl. nicht auffällig	Transorbitale Kopfschußverletzung rechts ebenso
406490	1, 9	4, 6	A. p. zur Gegenseite verlagert Stggl. nicht auffällig	Verdacht auf Hydrozephalus internus Hirnabszeß rechts temporal

noch Tabelle II c (zu Seite 45)

Nummer	Abstände A	Abstände B	Eigene Beurteilung des ap-Bildes	Röntgenbefund Krankenblattdiagnose
382169	3, 7	5, 4	A. p. erheblich zur Gegenseite verlagert A. i. von der Kalotte abgedrängt Stggl. im oberen Verlaufssegment gestreckt	Verdacht auf raumfordernden Prozeß rechts temporo-parietal Subdurales Hämatom rechts, organisiertes epidurales Hämatom
341805	2, 6	3, 9	A. p. mäßig zur Gegenseite verschoben Stggl. gestreckt verlaufend	Verdacht auf temporobasal gelegenen raumverdrängenden Prozeß links Cystisch degeneriertes Glioblastom
344475	3, 2	4, 4	A. p. deutlich zur Gegenseite verlagert Stggl. nach medial und kaudal zusammengedrängt	Verdacht auf raumfordernden Prozeß links, basal u. medial gelegen Wahrscheinlich maligner Tumor im hinteren Teil des Schläfenhirns, links
347776	2, 9	5, 5	A. p. deutlich zur Gegenseite verlagert Bifurkations-T angehoben A. i. nach kranial u. medial angehoben Stggl. im oberen Verlaufssegment nach medial verdrängt	Verdacht auf temporal gelegenen, größeren raumverdrängenden Prozeß rechts (Subarachnoidalblutung?) Kein Krankenblatt
244098	3, 7	4, 6	A. p. zur Gegenseite verlagert Stggl. nicht auffällig	Verdacht auf großen raumfordernden Prozeß rechts parietal Astrozytom der rechten vorderen Zentralwindung
246355	2, 3	5, 8	A. p. deutlich zur Gegenseite verlagert A. i. nach kaudal u. medial verdrängt, Abhebung von der Kalotte Stggl. nach medial verdrängt, gestreckt u. gespreizt verlaufend	Verdacht auf subdurales Hämatom links im Bereich des Scheitel- und Schläfenbeins Subdurales Hämatom links

noch Tabelle II c (zu Seite 45)

Nummer	Abstände A	Abstände B	Eigene Beurteilung des ap-Bildes	Röntgenbefund Krankenblattdiagnose
246928	3, 5	3, 9	A. p. zur Gegenseite verlagert Stggl. nicht auffällig	Etwas atypischer Verlauf der Gefäße ohne Beweis für einen raumfordernden Prozeß Kein Krankenblatt
251238	1, 7	5, 2	A. p. erheblich zur Gegenseite verlagert (2, 0 cm). Mediagruppe stark von lateral u. basal her angehoben Stggl. aufgerichtet u. insgesamt nach medial verdrängt	Verdacht auf temporobasal gelegenen gefäßreichen raumverdrängenden Prozeß links Kein Krankenblatt
256011	3, 3	4, 2	A. p. zur Gegenseite verlagert Stggl. nicht auffällig	Verdacht auf symptomatische Epilepsie rechts Kein Krankenblatt
273207	3, 0	4, 5	A. p. mäßig zur Gegenseite verlagert A. i. nach kaudal verdrängt, von der Kalotte abgehoben Stggl. im oberen Verlaufssegment nach medial verlagert	Verdacht auf raumfordernden Prozeß links parietal Hirnabszeß links parietal
278518	2, 7	3, 5	A. p. zur Gegenseite verlagert Stggl. nicht auffällig	Verdacht auf begrenzten raumfordernden Prozeß am Beginn der A. p. Commotio cerebri
282235	3, 2	4, 6	A. p. zur Gegenseite verlagert Stggl. nach medial verdrängt, gestreckt verlaufend	Verdacht auf zunehmendes Hirnödem Contusio cerebri
288616	3, 2	4, 2	A. p. mäßig zur Gegenseite verlagert. Stggl. nicht auffällig	Verdacht auf Verdrängungserscheinungen durch Hirnödem Schweres Schädeltrauma
317363	2, 2	5, 5	A. p. erheblich (1, 5 cm) zur Gegenseite verdrängt. A. i. von der Kalotte abgehoben. Stggl. nach medial verdrängt, gestreckt verlaufend.	Verdacht auf Aneurysma der A. carotis interna Aneurysma der A. carotis interna rechts supraclinoidal mit subduralem Hämatom

noch Tabelle II c (zu Seite 45)

Nummer	Abstände A	Abstände B	Eigene Beurteilung des ap-Bildes	Röntgenbefund Krankenblattdiagnose
327292	1, 2	5, 6	A. p. erheblich (1, 8 cm) zur Gegenseite verdrängt Stggl. nach medial verlagert, gestreckt verlaufend	Verdacht auf großen raumverdrängenden Prozeß rechts parieto-temporal Astrozytom, parieto-zentral gelegen
411093	2, 5	5, 1	A. p. erheblich (1, 5 cm) zur Gegenseite verlagert Stggl. insbesondere im Ursprungssegment nach medial verdrängt	Verdacht auf raumfordernden Prozeß im temporo-basalen Bezirk Verdacht auf Aneurysmablutung (ungeklärt)
411959	2, 7	4, 4	A. p. zur Gegenseite verlagert Stggl. nicht auffällig	Verdacht auf subdurales Hämatom Intrazerebrales Hämatom (spontan) des rechten Stirnhirns (Aneurysma?)
275181	3, 7	4, 0	A. p. mäßig zur Gegenseite verlagert A. i. von der Kalotte abgehoben Stggl. im oberen Verlaufssegment nach medial verlagert	Verdacht auf raumfordernden Prozeß links parietal Hirnabszeß links parietal
216651	3, 4	3, 9	A. p. mäßig zur Gegenseite verlagert Stggl. nach medial verdrängt, gestreckt verlaufend	Verdacht auf Tumor parieto-lateral rechts Retothelsarkom im Schläfenhirn rechts
194828	2, 4	4, 7	A. p. zur Gegenseite verdrängt Stggl. nach medial verlagert	Verdacht auf parieto-occipitalen Tumor rechts Kein Krankenblatt
341148	2, 0	3, 5	A. p. deutlich zur Gegenseite verdrängt Stggl. verlaufen gestreckt und gespreizt	Verdacht auf gefäßreichen Tumor im temporo-frontalen Bereich rechts Inoperabler zentraler Hirntumor rechts

noch Tabelle II c (zu Seite 45)

Nummer	Abstände A	Abstände B	Eigene Beurteilung des ap-Bildes	Röntgenbefund Krankenblattdiagnose
368249	2, 7	4, 4	A. p. mäßig zur Gegenseite verlagert Stggl. nicht auffällig	Verdacht auf Tumor parieto-occipital links Multiformes Glioblastom temporo-occipital links
293720	3, 5	4, 1	A. p. erheblich zur Gegenseite verlagert (1, 5 cm) Stggl. nicht auffällig	Verdacht auf großen raumfordernden Prozeß links frontal Oligodendrogliom im linken Stirnhirn
368670	2, 5	4, 4	A. p. um 1,0 cm gleichmäßig bogenförmig zur Gegenseite verlagert Stggl. nach medial u. kaudal verdrängt, besonders im oberen Verlaufssegment gestreckt	Verdacht auf temporo-parietal gelegenen raumfordernden Prozeß links (Glioblastom?) Inoperabler Tumor der linken Großhirnhemisphäre
362673	1, 2	4, 8	A. p. erheblich (1, 5 cm) zur Gegenseite verdrängt Stggl. nach medial verlagert, gestreckt verlaufend	Kein Befund vorhanden Mesonephromrezidiv links temporo-occipital
306007	3, 2	3, 9	A. p. deutlich gleichmäßig bogenförmig zur Gegenseite ausgebuchtet Stggl. verlaufen besonders im oberen Verlaufssegment gestreckt	Verdacht auf gefäßarmen raumverdrängenden Prozeß zentral Stammganglientumor
396661	4, 1	3, 8	A. p. mäßig zur Gegenseite verschoben Stggl. im Ursprungssegment gestreckt verlaufend	Verdacht auf fronto-median gelegenen raumverdrängenden Prozeß links Spongioblastom
405803	4, 5	4, 2	A. p. schräg verlaufend Stggl. nicht auffällig	Verdacht auf raumverdrängenden Prozeß temporo-basal rechts Operiertes subdurales Hygrom rechts

noch Tabelle II c (zu Seite 45)

Nummer	Abstände A	Abstände B	Eigene Beurteilung des ap-Bildes	Röntgenbefund / Krankenblattdiagnose
309467	4, 6	3, 1	A. c. a. ist gestreckt u. am Übergang zur A. p. deutlich zur Gegenseite bogenförmig verdrängt Stggl. verlaufen gestreckt u. gespreizt	Verdacht auf Hirnmetastase nach Mediastinaltumor Kein Krankenblatt
312797	4, 0	3, 5	A. p. mäßig zur Gegenseite verdrängt Stggl. verlaufen gestreckt u. gespreizt	Verdacht auf zentral gelegenen raumfordernden Prozeß Kein Krankenblatt
319729	4, 6	3, 5	A. p. deutlich zur Gegenseite verlagert Stggl. verlaufen gestreckt u. gespreizt	Verdacht auf großen raumfordernden Prozeß im Frontoparietalbereich rechts (Glioblastom?) Kein Krankenblatt
201199	4, 4	3, 9	A. p. gleichmäßig bogenförmig zur Gegenseite verlagert A. c. a. angehoben Stggl. verlaufen gestreckt u. gespreizt	Verdacht auf raumverdrängenden Prozeß parieto-occipital Thrombose eines Mediastes

Tabelle II d (zu Seite 45)

9 Fälle, in deren Arteriogrammen neben Abstandsdifferenzen sowie mitunter auffälligen Verlaufsanomalien im Bereich der Stammganglienarterien eine mäßige bis starke bogenförmige Verlagerung der A. pericallosa auf die Seite des dargestellten Carotisgefäßgebietes festzustellen war. (Abkürzungen s. o.)

Nummer	Abstände A	Abstände B	Eigene Beurteilung des ap-Bildes	Röntgenbefund / Krankenblattdiagnose
352382	5, 1	3, 5	A. p. erheblich (2, 0 cm) zur gleichen Seite verlagert Stggl. . nach lateral verdrängt, bilden einen nach lateral konvexen Bogen, sie sind in die Gruppe der A. i. zum Teil hineinprojiziert	Verdacht auf raumfordernden Prozeß auf der Gegenseite / Epidurales Hämatom auf der Gegenseite
352414	4, 0	3, 5	A. p. mäßig zur gleichen Seite verdrängt Stggl. verlaufen im Ursprungssegment gestreckt	Verdacht auf Hydrozephalus internus / Hypothalamustumor mit Ausfüllung des 3. Ventrikels
243543	4, 3	3, 6	A. p. erheblich (1, 8 cm) zur gleichen Seite verlagert Stggl. verlaufen besonders im Ursprungssegment gestreckt	Verdacht auf raumverdrängenden Prozeß im fronto-temporalen Bereich / Hirnerweichung auf der Gegenseite
303403	4, 0	3, 4	A. p. mäßig zur gleichen Seite verlagert Stggl. nicht auffällig	Verdacht auf raumfordernden Prozeß links temporal / Gerstmann-Syndrom
311898	4, 3	3, 0	A. p. deutlich zur gleichen Seite verlagert Stggl. nicht auffällig	Verdacht auf raumfordernden Prozeß (Tumor?) im Parietalbereich auf der Gegenseite / Astrozytom auf der Gegenseite parieto-temporal

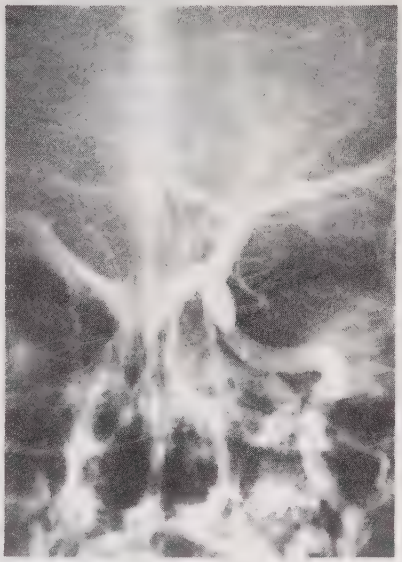
noch Tabelle II d (zu Seite 45)

Nummer	Abstände A	Abstände B	Eigene Beurteilung des ap-Bildes	Röntgenbefund / Krankenblattdiagnose
317363	4, 3	3, 1	A. p. deutlich zur gleichen Seite verlagert Stggl. im oberen Verlaufssegment gestreckt	Auf dieser Seite kein pathologischer Befund Schädelfraktur mit Contusio cerebri auf der Gegenseite
353811	4, 4	3, 8	A. c. a. zu Beginn deutlich zur gleichen Seite, im mittleren Teil (A. p.) zur Gegenseite verlagert. A. c. a. im horizontalen Teil angehoben. Stggl. bogenförmig nach lateral verlagert, gestreckt verlaufend	Verdacht auf supraselläre-frontal gelegenen raumfordernden Prozeß Frontobasal gelegenes Hypophysenadenom
191114	3, 5	4, 0	A. p. zur gleichen Seite verdrängt Stggl. . verlaufen etwas gestreckt	Kein Befund vorhanden Schädelfraktur mit Contusio cerebri
184866	3, 5	4, 5	A. p. mäßig zur gleichen Seite verdrängt Stggl. nach lateral verschoben, im oberen Verlaufssegment gestreckt	Verdacht auf raumfordernden Prozeß rechts temporal Multiformes, teils fusiformes Glioblastom der rechten mittleren Schädelgrube (gleiche Seite)

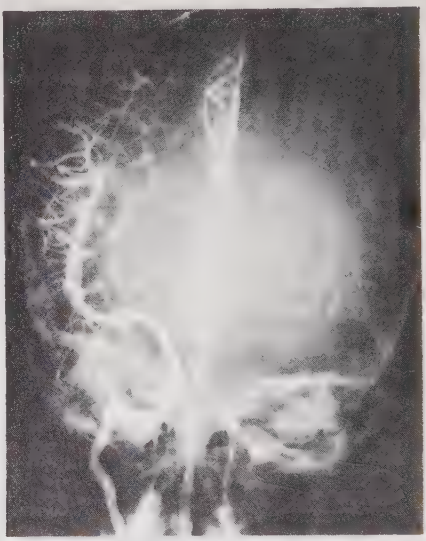
Tabelle II e (zu Seite 45)

6 Fälle, in deren Arteriogrammen neben Abstandsdifferenzen und Verlaufsanomalien im Bereich der Stammganglienarterien die gespannt mediane Lage der A. pericallosa im ap-Bild besonders auffiel.
(Abkürzungen s. o.)

Nummer	Abstände A	Abstände B	Eigene Beurteilung des ap-Bildes	Röntgenbefund / Krankenblattdiagnose
366732	4,4	2,8	A. p. gespannt median verlaufend. A. c. m. und A. i. verlaufen gestreckt, letztere auch nach lateral verdrängt Stggl. nach lateral verdrängt, mit gestrecktem u. gespanntem Verlauf	Röntgenbefund: Verdacht auf Hydrozephalus internus Krankenblattdiagnose: Medulloblastom der linken Kleinhirnhemisphäre
392477	4,0	3,5	A. p. gespannt median verlaufend Stggl. nach lateral verdrängt, gestreckt verlaufend	Verdacht auf Hydrozephalus internus Verdacht auf Kleinhirntumor links
391624	4,7	3,2	A. p. gespannt median verlaufend. A. i. nach lateral verdrängt. Stggl. besonders im oberen Verlaufssegment gestreckt u. nach lateral verdrängt	Verdacht wie oben Kein Krankenblatt



noch Tabelle II e (zu Seite 45)

Nummer	Abstände A	Abstände B	Eigene Beurteilung des ap-Bildes	Röntgenbefund / Krankenblattdiagnose
406125	4, 1	3, 3	A. p. gespannt median verlaufend Stggl. sind aufgerichtet u. im oberen Verlaufssegment gestreckt u. in die A. i. hineinverlagert.	
Röntgenbefund:			Verdacht auf Hydrozephalus internus	
			Kein Krankenblatt	
337571	4, 1	3, 1	A. p. gespannt median verlaufend. A. i. nach lateral verdrängt. Stggl. nach lateral verlagert, gestreckt verlaufend.	Verdacht wie oben / Kein Krankenblatt
347193	4, 2	3, 3	A. p. gespannt median verlaufend. Stggl. nach lateral verlagert, gestreckt verlaufend.	Verdacht wie oben / Mittellinienoligodendrogliom, Aquäduktverschluß

An dieser Stelle möchte ich Herrn Professor Dr. med. Driesen dafür danken, daß er mir das Thema der Arbeit überlassen hat und mich bei ihrer Durchführung unermüdlich unterstützt hat.

Lebenslauf

Am 28. Mai 1943 wurde ich, Ernst Schurig, als fünftes Kind des Oberstudienrates Dr. Hartmut Schurig und seiner Ehefrau Gertrud, geb. Scheller, in Bevensen, Kreis Uelzen, geboren.

In den Jahren 1949 bis 1954 besuchte ich die Grundschule in Uelzen. Im Frühjahr 1954 wechselte ich auf die Herzog-Ernst-Schule, ein neusprachlich-naturwissenschaftliches Gymnasium in Uelzen, über. Dort bestand ich am 23. Februar 1963 die Reifeprüfung.

Zum Sommersemester 1963 nahm ich an der Eberhard-Karls-Universität in Tübingen das Studium der Medizin auf.

Hier bestand ich am 16. April 1964 die naturwissenschaftliche Vorprüfung und am 24. März 1966 die ärztliche Vorprüfung. Die klinischen Semester habe ich ebenfalls an dieser Universität studiert.

In der Zeit vom 2. April bis zum 31. Juli 1970 legte ich das medizinische Staatsexamen an der Eberhard-Karls-Universität ab.